COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 14 NOVEMBRE 1881.

PRÉSIDENCE DE M. WURTZ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ÉLECTROCHIMIE. — *Recherches sur l'électrolyse;* par M. Berthelot.

« 1. Les sulfates étudiés dans ma Note précédente sont formés par des métaux qui ne possèdent qu'un seul degré d'oxydation; l'acide sulfurique étendu lui-même n'est ni oxydable ni réductible par électrolyse : il m'a paru de quelque intérêt d'examiner des sels remplissant des conditions différentes.

» 2. Soit, par exemple, le sulfate ferreux (¹); les trois réactions électrolytiques les plus simples que l'on puisse imaginer répondraient à l'absorption des quantités de chaleur suivantes :

Séparation du métal et de l'oxygène libres............	-47^{Cal}
Séparation de l'oxyde et de l'acide, et formation d'hydrogène et d'oxygène libres..............................	-47
Décomposition de l'eau en oxygène et hydrogène.........	$-34,5$

Or, si l'on opère avec la force électromotrice la plus faible possible et en

(¹) On dissout le sel, au moment même de l'expérience, pour éviter l'action de l'air.

employant des électrodes de platine à petite surface, il se précipite du fer métallique au pôle négatif, tandis qu'aucun gaz n'apparaît au pôle positif; l'oxygène étant employé à changer le sulfate ferreux en sulfate ferrique basique, corps soluble d'ailleurs (¹).

$$2(SO^3, FeO) + O = 2SO^3, Fe^2O^3, \text{ dégage} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad +13^{Cal}$$

Par suite, la force électromotrice indispensable tombe vers $47 - 13 = 34^{Cal}$, valeur que les changements de concentration peuvent même abaisser vers 32 à 33.

» L'électrolyse ici n'est plus accusée par un dégagement gazeux, mais par la précipitation à l'électrode négative du fer métallique, redissoluble dans l'acide sulfurique étendu avec dégagement d'hydrogène. Or je n'ai pas observé de fer précipité avec 1 Zn-Pt(19^{Cal}), 1 Zn-Pt + 1 Zn-Cd(27^{Cal}), ou 1^{dll}(24^{Cal},5). Au contraire, le fer apparaît aussitôt avec 2^{dlls}(49^{Cal}), ou 2 Zn-Pt(38^{Cal}), ou 1^{dll} + 2 Zn-Cd(40^{Cal},5). Il commence à se manifester, quoique à la limite, avec 1^{dll} + 1 Zn-Cd(32^{Cal},5).

» Je n'ai pas observé de gaz avec 2^{dlls} ou moins : la séparation du fer est donc le phénomène qui se produit sous l'influence de la plus petite force; mais l'énergie qui répond à l'oxydation du sulfate ferreux concourt à abaisser la force électromotrice limite.

» Si l'on augmente la force électromotrice, par exemple en opérant avec 3^{dlls}(73^{Cal},5), ou 2^{dlls} + 1 Zn-Pt(68^{Cal}), ou 1^{dll} + 2 Zn-Pt (62^{Cal},5), ou même 3 Zn-Pt(57^{Cal}), ou 2^{dlls} + 1 Zn-Cd(57^{Cal}), l'oxygène et l'hydrogène apparaissent aux deux pôles, c'est-à-dire qu'il y a électrolyse du sulfate ferreux, avec formation d'oxyde et d'acide, joints à l'oxygène et à l'hydrogène, ce qui absorbe — 47^{Cal}; quantité inférieure à celle qui répond aux systèmes voltaïques ci-dessus. La limite inférieure est difficile à préciser davantage, à cause de la polarisation. Quoi qu'il en soit, le phénomène est analogue à l'électrolyse du sulfate de potasse, mais il ne se produit pas tout d'abord, parce qu'il existe une autre réaction, répondant à une force électromotrice plus petite. Le fer et le sulfate ferrique n'en continuent pas moins à se former, en même temps que l'hydrogène et l'oxygène, c'est-à-dire que deux procédés d'électrolyse distincts fonctionnent simultanément. On reviendra tout à l'heure sur ce point.

» 3. Le sulfate manganeux donne des résultats analogues, très caractéristiques.

(¹) *Annales de Chimie et de Physique*, 4ᵉ série, t. XXX, p. 158.

» Les trois réactions électrolytiques les plus simples que l'on puisse imaginer sont les suivantes, portant sur $SO^4Mn + HO$. La formation :

SO^4H étendu + O + Mn absorberait	$- 60^{Cal},9$
SO^4H étendu + MnO + O + H............	$- 48,0$
SO^4Mn étendu + H + O..................	$- 34,5$

» Mais si l'on opère avec la force électromotrice la plus faible qui puisse provoquer la décomposition, il se précipite au pôle positif du bioxyde de manganèse, et il se dégage de l'hydrogène au pôle négatif; la réaction réelle est alors la suivante :

$$SO^4Mn \text{ étendu} + 2HO = (SO^4H \text{ étendu} + MnO^2) + H, \text{ absorbe...} \quad - 37^{Cal}$$

La valeur même de la plus petite force électromotrice nécessaire y répond. En effet, $1^{dll}(24^{Cal},5)$; 1 Zn-Pt (19)|; 1 Zn-Pt + 1 Zn-Pt (27), n'ont rien produit; mais 3 Zn-Pt (57), ou 2^{dlls} + 1 Zn-Cd (57), ou $2^{dlls}(49)$, ou 2 Zn-Pt + 1 Zn-Cd (43), ou 2 Zn-Pt (38), ont produit de l'hydrogène et du bioxyde de manganèse. Dans aucune de ces circonstances, on n'a vu apparaître ni l'oxygène au pôle positif, ni le manganèse métallique au pôle négatif.

» Ainsi la réaction produite par la plus faible force électromotrice ne répond pas, comme avec le sulfate ferreux, à la mise en liberté du métal, Mn, et du groupe $SO^3 + O$; au contraire, c'est le bioxyde de manganèse qui se sépare au pôle positif, à l'état peroxydé, à côté de l'acide sulfurique, $MnO^2 + SO^3$; tandis que l'hydrogène, H, apparaît à l'autre pôle. On voit bien, par là, que la force électromotrice qui détermine la limite du phénomène dépend de la somme minima des énergies, qui est une donnée purement mécanique, et non de la constitution symbolique du composé salin.

» 4. Si l'on accroît la force électromotrice au delà de la limite précédente, il arrive un moment où l'on observe la réaction réputée normale : l'oxygène étant visible, et le manganèse précipité à l'électrode négative. Ce métal donne lieu à un dégagement d'hydrogène, lorsqu'on plonge l'électrode qu'il recouvre dans l'acide chlorhydrique étendu. Cette réaction électrolytique ne se manifeste pas avec 3Zn-Pt (57^{Cal}), ou 2^{dlls} + 1Zn-Pt (57^{Cal}); mais elle a lieu avec $3^{dlls}(73^{Cal},5)$, ou 2^{dlls} + 1Zn-Pt (68^{Cal}), et même à la limite avec 2^{dlls} + 2Zn-Cd (65^{Cal}) et 1^{dll} + 2Zn-Pt ($62,5^{Cal}$). Avec ces derniers systèmes, il faut attendre quelques minutes pour pouvoir observer le manganèse.

» On voit d'abord que la force électromotrice nécessaire pour précipiter le manganèse répond bien à la théorie, laquelle indique $60^{Cal},9$ pour limite.

» Mais ces expériences donnent lieu à une autre remarque, plus intéressante peut-être. En effet, la formation du manganese et de l'oxygène, produits sous l'influence d'une certaine force électromotrice, ne supprime pas la réaction produite sous l'influence d'une force électromotrice plus faible, je veux dire la séparation du bioxyde de manganèse et de l'hydrogène. Dès que l'énergie nécessaire à la première réaction est présente, celle-ci a lieu isolément; si l'énergie est accrue jusqu'au degré nécessaire à la deuxième réaction, celle-ci a lieu également, mais sans suspendre la première. Nous avons déjà vu qu'il en est de même pour l'électrolyse du sulfate ferreux.

» Une observation pareille s'applique aux expériences faites sur le sulfate de potasse, en prenant le mercure comme électrode négative. Une certaine force électromotrice suffit, comme on l'a vu, pour électrolyser ce sel, avec formation d'hydrogène et d'oxygène, sans former d'amalgame de potassium. Avec une force électromotrice plus élevée, l'amalgame apparaît, mais sans que pour cela la première réaction ait cessé.

» C'est précisément une circonstance analogue qui explique la formation des métaux alcalino-terreux au sein des solutions concentrées de leurs chlorures, dans les expériences célèbres de M. Bunsen.

» 5. Les observations que je viens d'exposer concourent toutes pour mettre en évidence ce que l'on pourrait appeler le principe de la force électromotrice minima dans les électrolyses, en vertu duquel une décomposition électrolytique s'opère dès que la somme des énergies nécessaires est présente.

» Ce principe se vérifie nettement toutes les fois qu'il n'y a pas polarisation des électrodes, c'est-à-dire formation de composés spéciaux qui demeurent intimement unis à la matière même des électrodes et qui enrayent l'électrolyse, parce qu'ils tendent à développer une force électromotrice de signe contraire. On sait que cette difficulté a arrêté jusqu'ici tous les électriciens. Je l'ai également rencontrée dans les essais qu'il me reste à décrire.

» 6. Soit d'abord l'azotate de potasse : AzO^6K. En supposant ce sel séparé par électrolyse en acide et base dissous, l'eau acidulée étant décomposée en même temps en oxygène et hydrogène, il conviendrait d'employer une force équivalente à $-48^{Cal},2$. Mais l'hydrogène peut être absorbé par l'a-

cide en formant divers composés (ammoniaque, acide azoteux, azote, etc.), ce qui dégage (¹) $+34^{Cal},5$, diminuées de quantités égales à $12^{Cal},1$; ou $9^{Cal},3$; ou $2^{Cal},8$, suivant la réaction. Le travail nécessaire à l'électrolyse pourrait se trouver ainsi réduit à -26^{Cal}, -23^{Cal} et même -16^{Cal}.

» En essayant de vérifier ces inductions, j'ai observé ce qui suit : $1^{dll}(24^{Cal},5)$, ou 1Zn-Pt + 1Zn-Cd(27^{Cal}) n'ont rien produit. Au contraire, $3^{dlls}(73^{Cal},5)$ développent du gaz aux deux pôles. 2Zn-Pt + 3Zn-Cd(64^{Cal}) agissent de même; les gaz apparaissaient dans ce dernier cas, d'abord au pôle positif (oxygène); puis à l'autre pôle, quoique en faible abondance. On met alors les deux fils de platine en contact, on les frotte l'un contre l'autre, puis on les sépare. Tout dégagement gazeux s'arrête. On renverse les pôles, le dégagement des gaz recommence. On met de nouveau les deux électrodes en contact momentané, puis on les sépare : les gaz s'arrêtent encore; puis le dégagement reprend peu à peu de lui-même et va s'accélérant.

» Des phénomènes semblables ont été observés avec les systèmes suivants : 2Zn-Pt + 2Zn-Cd(54^{Cal}); 2Zn-Pt + 1Zn-Cd(46^{Cal}); 2^{dlls} + 1Zn-Cd(57^{Cal}); $2^{dll}(49^{Cal})$; et même avec 2Zn-Pt(38^{Cal}); à cela près que le dégagement gazeux, arrêté par le contact des électrodes, ne reprenait plus de lui-même après leur séparation, dans la plupart des cas. Parfois même le dégagement initial cesse spontanément au bout de quelques instants.

» En d'autres termes, nous avons affaire à des phénomènes de polarisation et à des réactions complexes. Ces effets sont tellement marqués avec l'azotate de potasse, qu'il ne m'a pas été possible d'assigner les limites de l'électrolyse.

» 7. Le sulfate d'ammoniaque a donné lieu à des observations du même ordre. *A priori*, l'électrolyse pure et simple exigerait $-14,5-34,5=-49^{Cal}$, quantité qui devrait être diminuée en valeur absolue de 12 à 14^{Cal}, en raison de l'oxydation de l'ammoniaque : ce qui la ramènerait au chiffre 37 ou 35.

» En fait, $1^{dll}(24^{Cal},5)$ ne produit rien; tandis que 2^{dlls} + 1Zn-Cd(57^{Cal}) développent des gaz au pôle négatif. Avec 2Zn-Pt + 2Cd-Zn(54^{Cal}), on a observé des gaz aux deux pôles; le contact momentané de ceux-ci a été suivi seulement par un ralentissement de l'action. Avec 2ZnPt(38^{Cal}), il y a déjà apparition de gaz; le contact momentané des électrodes l'arrête; l'inversion du courant le rétablit, etc.

(¹) *Essai de Mécanique chimique, Supplément*, p. 3.

» Le chiffre 38 serait voisin de la théorie ; mais la polarisation empêche de préciser.

» 8. Soit encore l'acétate de soude. L'électrolyse de ce sel, si elle produisait uniquement de l'acide acétique, de la soude, de l'hydrogène et de l'oxygène, exigerait $-47^{Cal},8$; mais on sait, d'après M. Kolbe, que l'oxygène brûle l'acide au pôle positif, en formant du méthyle et de l'acide carbonique :

$C^4H^4O^4$ étendu $+ O = C^2H^3$ gaz $+ HO + C^2O^4$ dissous, dégage.... .. $+10^{Cal}$

ce qui pourrait abaisser à -38^{Cal} la chaleur absorbée dans l'électrolyse.

» En effet, je n'ai pas observé de gaz avec $1^{dll}(24^{Cal},5)$; 1 Zn-Pt(19^{Cal}); 1 Zn-Pt $+ 1$ Zn-Cd(27^{Cal}); 1 Zn-Pt $+ 2$Zn-Cd(35^{Cal}). Au contraire, il y a électrolyse notable avec $3^{dlls}(73^{Cal},5)$.

» Avec $2^{dlls}(49^{Cal})$, 1 Zn-Pt $+ 3$Zn-Cd(43^{Cal}) et même 2Zn-Pt(38^{Cal}), la réaction commence; mais elle est arrêtée par le contact momentané des deux électrodes; le renversement du courant la fait reparaître, etc. — La limite de la force électromotrice efficace serait à peu près celle que la théorie indique; mais les phénomènes de polarisation ne permettent guère de compter sur la certitude du résultat.

» 9. Ainsi, la limite des forces électromotrices efficaces est incertaine lorsqu'il y a polarisation : pour tenir compte de celle-ci et vérifier si elle rentre dans la loi commune, il faudrait savoir la nature réelle des composés qu'elle met en jeu et leur chaleur propre de formation. Mais, en dehors de cette complication, on peut, je crois, admettre comme établie la relation nouvelle qui détermine la grandeur minima des forces électromotrices nécessaires pour l'électrolyse; les énergies chimiques apportent, au contraire, à celle-ci le complément le plus grand qui soit possible.

» On retrouve ici, comme en Thermochimie et dans une multitude de phénomènes naturels, la notion mécanique de la moindre action. »

ZOOLOGIE. — *Les laboratoires maritimes de Banyuls-sur-Mer et de Roscoff.* Note de M. DE LACAZE-DUTHIERS.

« En faisant connaître à l'Académie, le 14 février dernier, les résultats obtenus pour l'amélioration et la création des stations zoologiques maritimes dont je m'occupe, je disais : « Le nombre (27) des personnes ayant

» travaillé à Roscoff en 1880 est considérable, et cependant il est facile de » prévoir qu'il sera dépassé en 1881. »

» Avec une satisfaction que je ne saurais cacher, je puis annoncer aujourd'hui que non seulement le chiffre de l'année dernière a été dépassé en 1881, mais qu'il l'a été au delà de toutes mes espérances et de toutes mes prévisions.

» Nous avons été pendant un temps assez long au nombre de 25, tous logés ou travaillant dans les deux maisons de la station de Roscoff, et le nombre total des personnes venues a été de 38 : du mois de mai au mois d'octobre, 36 ont habité longtemps, quelques-unes plusieurs mois, le laboratoire.

» Les progrès de la station se continuent donc régulièrement.

» J'aurai l'honneur de présenter prochainement à l'Académie les travaux faits dans mes laboratoires.

» Une grande amélioration a eu lieu cette année. Un vaste vivier de 40^{m} de long sur 38^{m} de large se termine en ce moment sous les murs du jardin de l'État. Pour les expériences sur les gros animaux et pour les travaux courants, les zoologistes trouveront dans cette construction des ressources d'une importance extrême. Le service surtout de l'aquarium y gagnera beaucoup.

» La commune de Roscoff a, sur ma demande, cédé le chemin public qui séparait le vivier du jardin de l'Etat, de sorte que l'aquarium et les laboratoires qui seront construits ultérieurement seront placés aussi commodément que possible au devant de ce grand vivier, qui seul nous sépare désormais de la grève.

» Quand l'établissement sera terminé, on trouvera difficilement un ensemble de conditions plus favorables et réunies aussi heureusement sur un même point.

» Une circonstance que je ne dois pas omettre de signaler a favorisé les recherches de cette année.

» J'avais demandé à M. l'amiral Cloué, Ministre de la Marine, de mettre à ma disposition l'un des gardes-pêche de la Manche. Le *Canard,* petit bâtiment de l'État, est venu me joindre à Perros, où j'avais conduit une excursion de jeunes zoologistes, et nous a ramenés à Roscoff, où il a passé un mois pour exécuter des dragages au large. Je suis heureux d'adresser mes plus vifs remerciements à M. l'amiral Cloué, que nous avons tous trouvé disposé à aider la science quand nous le lui avons demandé.

» Sur le nombre des savants venus, quelques-uns appartenaient à nos

grands établissements scientifiques d'enseignement supérieur de Paris et à nos Facultés; huit étaient étrangers : Suisses, Belges, Hollandais, Grecs, Roumains, Américains, Anglais, ont travaillé en 1881 dans mes laboratoires de Roscoff ou de Paris.

» Enfin, l'École Normale supérieure a envoyé cinq des élèves de sa nouvelle section d'Histoire naturelle.

» Le service des envois d'animaux vivants a continué, mais, les demandes ayant été très nombreuses, une réglementation est devenue nécessaire.

» Ces quelques mots suffisent pour montrer combien est florissant l'état de la station, état qu'il faut rapporter, à n'en pas douter, à son organisation essentiellement pratique.

» Mon but, aujourd'hui, est surtout de rendre compte à l'Académie de l'avancement des travaux de la création nouvelle des Pyrénées-Orientales.

» Lors de ma dernière Communication, j'étais encore indécis sur le lieu de l'installation, j'étais dans l'embarras du choix, car deux localités se disputaient la possession du laboratoire; depuis lors, il faut le dire, Banyuls-sur-Mer m'a forcé la main.

» Je n'étais plus libre en face du département dont le Conseil général avait voté libéralement une forte somme; de l'administration que sollicitaient avec instance MM. les députés Escanyé et Forné, et enfin de l'Académie, qui m'a si puissamment aidé en couvrant mes projets de son haut patronage. Il y aurait eu, en effet, fort mauvaise grâce à continuer de demander Port-Vendres, où beaucoup d'avantages naturels se trouvaient sans doute réunis, mais où aussi les ressources offertes pour aider la création étaient bien au-dessous de celles que présentait Banyuls.

» L'Académie me permettra-t-elle de lui dire que, pour arriver à temps et ouvrir les portes du laboratoire dans l'hiver prochain, j'ai fait tout ce qu'il était possible? Elle en jugera quand j'ajouterai que, du mois d'avril au mois d'octobre, j'ai fait six fois le voyage des Pyrénées-Orientales et cinq fois celui de Roscoff.

» Je dois des remerciements tout particuliers à M. le préfet Rivaud. Il a mis tous ses soins à écarter les lenteurs administratives et celles de l'adjudication des travaux qui, commencés dans les premiers jours d'octobre, sont poussés avec une activité suffisante pour que les bâtiments puissent être couverts en décembre et leur emménagement terminé en janvier, ainsi que me le promet M. l'architecte Ramon.

» Par respect pour la vénération dont est entouré dans son pays le nom

de notre illustre ancien confrère, j'ai donné au laboratoire de la station de Banyuls-sur-Mer le nom de *laboratoire Arago*.

» Voici où est située la station et sur quels plans elle est établie :

» Le port de Banyuls est au fond d'un vaste amphithéâtre que forme l'une des plus grandes échancrures de la terminaison des Pyrénées plongeant dans le golfe du Lyon. De la grève, il paraît circulaire ; la ville en occupe les bords à l'ouest, en face de l'île Grosse, reliée par un môle au petit promontoire de Foutaulé. C'est sur ce promontoire, à 500^m ou 600^m de la ville, que s'élève la station.

» Les embarcations seront mouillées en arrière du môle, à l'abri de la mer de l'Est, sous la terrasse du laboratoire.

» La vue dont on jouit du promontoire de Foutaulé est véritablement superbe; à l'Est et au Nord, on domine la mer; à l'Ouest se déroule le panorama du port, de la ville et des coteaux si pittoresques de Banyuls, que couronnent les crêtes âpres des Pyrénées, sur lesquelles se dressent encore les vieilles tours des signaux de Madeloc et de la Massane.

» La position est à la fois excellente et charmante. Le travailleur y trouvera une tranquillité parfaite et l'air le plus pur.

» Le bâtiment a pour base un rectangle allongé; il a deux façades, l'une au nord, l'autre au midi. Son rez-de-chaussée est occupé par l'aquarium, grande pièce de 27^m de long sur 10^m environ de large, au milieu de laquelle est un bassin central, avec jet d'eau, destiné à recevoir de gros animaux ; dans les ouvertures du Sud et de l'Est seront établis de grands bacs éclairés par le haut.

» Au premier, il y aura neuf cabinets de travail ou laboratoires particuliers, mesurant 4^m sur 4^m; une grande pièce pour les conférences et le travail en commun; une bibliothèque de Zoologie marine, un magasin à verrerie et à réactifs, enfin un cabinet pour le directeur.

» On le voit, tout le bâtiment est occupé par les services scientifiques, sauf cependant un logement pour le gardien. Quant aux mansardes, étant assez élevées, elles pourront être utilisées plus tard.

» L'eau nécessaire aux aquariums sera élevée par une machine à vapeur dans une cuve creusée dans le rocher du sommet du promontoire.

» Cette machine a été donnée sur ma demande, avec recommandation de taire le nom du donateur; je ne puis cependant m'empêcher de lui adresser ici mes remerciements.

» Dans chaque cabinet, un outillage scientifique, complet et semblable, sera mis à la disposition des travailleurs ; cependant, l'un de ces laboratoires

recevra un mobilier destiné aux recherches de Physiologie expérimentale.

» Tout bien compté, et par suite des dons obtenus et des votes acquis, j'ai recueilli 48 000^{fr} qui seront employés pour couvrir les frais de la construction des bâtiments et du gros outillage, ainsi que pour parer à quelques dépenses indépendantes des constructions.

» Une souscription recueillie par M. Pascal, maire de Banyuls, est destinée à l'acquisition d'une grande embarcation armée pour les dragages et la manœuvre du scaphandre. Cette embarcation est offerte par la ville de Banyuls au Laboratoire.

» Le mobilier, l'outillage scientifique, l'entretien et les appointements du personnel de la station restent à la charge de l'État, et, grâce à l'appui chaleureux de MM. les députés des Pyrénées-Orientales, la dotation obtenue pour le laboratoire Arago permettra de commencer les travaux dans d'excellentes conditions.

» Ainsi se trouve réalisée une idée que j'ai poursuivie sans relâche depuis plus de trois ans.

» Après avoir fondé Roscoff et constaté tous les avantages que les zoologistes tirent de cette institution, il était facile de reconnaître que les travaux ou l'éducation des jeunes savants, commencés pendant l'été sur les côtes de l'Océan, étaient forcément interrompus pendant l'hiver, et qu'il restait quelque chose à faire

» L'idée de compléter Roscoff, station d'été, par la création d'une station d'hiver, se présentait donc tout naturellement. C'est à quoi j'ai appliqué mes soins les plus assidus.

» Il m'a fallu, pour réussir, une ténacité bien grande, en présence des difficultés que j'ai rencontrées sans cesse renaissantes. Qui sait si elles sont toutes épuisées !

» Heureusement, l'Académie m'a soutenu en encourageant mes projets, et je suis venu aujourd'hui la remercier en lui annonçant que l'œuvre est accomplie.

» Grâce à elle, grâce au concours des circonstances heureuses que son influence a contribué à développer, j'ai pu enfin doter la seule chaire de Zoologie générale et classique de Paris, celle qui est détachée de toute attribution spéciale, la chaire de la Sorbonne, de *deux stations sœurs,* l'une au nord, l'autre au midi de la France, dans les deux mers si différentes qui baignent nos côtes et où les zoologistes pourront sans interruption, et dans des conditions matérielles identiques, continuer et leur éducation et leurs travaux. »

GÉOGRAPHIE. — *Observations sur le deuxième Volume de « l'Histoire universelle » de M. Marius Fontane : « les Iraniens »*; par M. DE LESSEPS.

« Ce Volume, intitulé *les Iraniens*, explique toute l'œuvre de Zoroastre. L'importance donnée par M. Fontane à la partie géographique de l'histoire de l'humanité mérite l'attention de l'Académie des Sciences.

» Déjà, dans son premier Volume, il avait décrit les effets et démontré les influences de la géographie et de la nature indienne sur la civilisation des Aryas du Sapta-Sindhou. Dans le second Volume, il explique l'influence prépondérante de la civilisation des Iraniens qui, rayonnant autour du grand désert central, cette ancienne mer desséchée, ont dû aller chercher dans des contrées éloignées une meilleure existence.

» Les recherches de M. Fontane sont d'accord avec les données actuelles de la Science qui assignent à l'espèce humaine, pour cantonnement primitif, le haut plateau de l'Asie.

» Les migrations par terre et par mer se sont accomplies à travers les distances les plus considérables. Notre savant confrère, M. de Quatrefages, a porté la lumière sur ce sujet, en citant un fait presque contemporain, c'est-à-dire l'exode de 600000 Kalmouks qui, établis sur la rive gauche du Volga, sont retournés en 1771, à travers les steppes de l'Asie centrale, jusqu'en Chine, dans leur pays d'origine, harcelés par les troupes russes et par les hordes des Baskirs et des Kirgises, ennemis héréditaires de leur race. Après un fait pareil, comment douter de voyages plus longs encore pour une tribu marchant tranquillement par étapes, n'ayant à lutter que contre les difficultés du sol?

» Le peuplement de l'Amérique semble avoir été principalement le résultat des migrations poussées à travers le détroit de Behring et le long des îles Aléoutiennes, ou par le Kouro-Sivo, ce courant marin qui aboutit aux côtes de la Californie. Le courant équatorial de l'Atlantique a pu emporter aussi des Nègres, que les découvreurs du nouveau monde ont trouvés sur quelques points. Le même courant y a amené, par les Canaries, des gens de la race sémitique. On sait enfin que les Scandinaves du VIIIe siècle avaient des établissements dans le Groënland et s'étaient avancés sur les côtes orientales de l'Amérique du Nord.

« Les races de l'avenir, a dit M. de Quatrefages, moins différentes de sang, rapprochées

par les chemins de fer et les steamers, auront bien plus de penchants, de besoins, d'intérêts communs. De là naîtra un état supérieur à celui que nous connaissons. Nous savons comment se sont élargis successivement le monde grec, le monde romain, le monde moderne; le monde futur embrassera le monde entier. »

» Ces éloquentes paroles de notre confrère commencent à se réaliser par la vapeur, par l'électricité, les traités de commerce, la liberté des détroits naturels ou artificiels. »

M. le **Président** annonce à l'Académie la perte douloureuse qu'elle a éprouvée dans la personne de M. *Isidore Pierre*, Correspondant de la Section d'Économie rurale, décédé à Caen.

M. le Président se fait l'interprète des sentiments de regrets que laisse à l'Académie la mort de M. Is. Pierre, et rappelle, en quelques mots, ses principaux titres scientifiques.

MÉMOIRES LUS.

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Sur la* zone maniable *des agents anesthésiques, et sur un nouveau procédé de chloroformisation;* par M. **P. Bert.**

(Renvoi à la Section de Médecine et Chirurgie.)

« Lorsqu'on ajoute à l'air, en proportions croissantes, des vapeurs ou des gaz doués de propriétés anesthésiques, et qu'on fait respirer à un animal ces mélanges successifs, il arrive un moment où l'anesthésie apparaît. Si l'on augmente encore la proportion de la substance médicamenteuse, l'animal finit par mourir. Je désigne sous le nom de *zone maniable* l'intervalle compris entre la dose anesthésique et la dose mortelle.

» En déterminant avec soin l'étendue de cette zone maniable avec divers agents anesthésiques (chloroforme, éther, amylène, bromure d'éthyle, chlorure de méthyle) et chez divers animaux (chien, souris, moineau), je suis arrivé à ce résultat singulier, que, dans tous les cas, la dose mortelle est précisément le double de la dose anesthésique.

» Le Tableau suivant résume les résultats des nombreuses expériences qui m'ont permis d'établir ce fait général.

	Chien.			Souris.			Moineau.		
	Anesth.	Mort.	Rapport.	Anesth.	Mort.	Rapport.	Anesth.	Mort.	Rapport.
Chloroforme	9	19	2,1	6	12	2	9	18	2
Bromure d'éthyle...	22	45	2	7,5	1	2	15	30	2
Amylène	30	55	1,8	15	30	2	30	60	2
Éther............	37	74	2	12	25	2	18	40	2,1
Chlorure de méthyle.	21 %	42 %	2	12 %	22 %	1,8	12 %	24 %	2

» Pour les quatre premières substances, les chiffres indiquent le nombre de grammes du liquide anesthésique ajoutés à 100^{lit} d'air, puis réduits en vapeur; pour le chlorure de méthyle, c'est la proportion centésimale du mélange gazeux.

» Sans entrer dans les détails expérimentaux, je dirai que je faisais respirer les animaux dans les vases clos où le mélange avait été fait à l'avance, la capacité des vases étant assez grande pour que les complications asphyxiques ne pussent intervenir. L'emploi de la potasse pour absorber l'acide carbonique doit être absolument rejeté, au moins pour les expériences sur le chloroforme, qu'elle décompose rapidement; c'est pour n'avoir pas tenu compte de ce fait que certains expérimentateurs se sont tout à fait trompés sur la proportion mortelle du chloroforme dans l'air.

» Lorsqu'on fait respirer à un animal un mélange correspondant environ au milieu de la zone maniable, il est très rapidement anesthésié, et reste pendant tout le temps de l'expérience (il y en a qui ont duré deux heures) parfaitement tranquille, sans agitation aucune, sans qu'on ait à s'occuper ni à s'inquiéter de lui; le contraste est des plus saisissants avec les résultats des méthodes ordinaires d'anesthésie par la compresse, l'éponge, etc. Et cela se comprend aisément.

Dans ces procédés, en effet, le patient respire alternativement, suivant le degré d'imbibition de la compresse ou son éloignement des orifices respiratoires, un mélange d'air et d'anesthésique, ou inférieur à la dose active, ou compris dans la zone maniable, ou égal et même supérieur à la dose mortelle. Dans ce dernier cas, l'imminence des accidents fait qu'on se hâte d'éloigner la compresse, de telle sorte que la respiration prochaine rabaisse de suite le titre du mélange déjà contenu dans les poumons; mais l'événement a prouvé qu'on n'évite pas toujours la terminaison mortelle.

» La zone maniable est, en effet, singulièrement étroite, et quelques gouttes de liquide de plus peuvent faire passer le mélange respiré de la dose active à la dose mortelle. Cela est vrai surtout pour le chloroforme : 8^{gr} volatilisés dans 100^{lit} d'air n'endorment pas un chien, 20^{gr} le tuent :

l'écart est de 12gr. L'éther, tout en ayant la même force comme proportion, puisqu'elle va aussi du simple au double, présente infiniment moins de dangers, puisque, entre la dose active et la dose mortelle, il y a un écart de près de 40gr. C'est là, incontestablement, la raison de l'innocuité relative dont a fait preuve l'éther dans la pratique chirurgicale.

» Lorsqu'on lit les récits d'opérations un peu longues, on voit que les chirurgiens ne manquent pas d'indiquer la quantité de chloroforme qu'ils ont employée, c'est-à-dire versé sur la compresse, sans parler du chloroforme perdu au dehors et en ne considérant que celui qui est entré dans les poumons du patient; cette mention n'a aucune espèce de valeur. J'ai pu faire respirer à un chien une quantité extraordinaire de chloroforme sans produire la moindre anesthésie, en ayant soin que le titre du mélange ne dépasse pas 5 ou 6. Inversement, en employant un mélange titré 30, il suffit d'une très faible quantité de chloroforme pour tuer raide l'animal.

» En d'autres termes, le chloroforme n'agit pas par la quantité qu'on respire, mais par la proportion qui s'en trouve dans l'air inspiré. On croyait volontiers le contraire, à cause des combinaisons chimiques qu'il contracte dans l'organisme et que démontrent, entre autres preuves, les accidents consécutifs à son administration. Il n'en est rien : pour les vapeurs des liquides anesthésiques comme pour les gaz simplement solubles, et notamment pour le protoxyde d'azote, l'action dépend de la tension dans l'air inspiré, laquelle règle la proportion existant dans le sang et les tissus.

» Le protoxyde d'azote a une zone maniable plus étendue que celle des carbures et chlorocarbures d'hydrogène. Pour ces derniers, elle est de 1 à 2; pour lui, elle est de 1 à 3, comme l'ont prouvé les expériences faites sous pression.

» En partant de ce principe et en cherchant, pour obtenir l'anesthésie, à introduire dans l'organisme non plus la quantité, mais la proportion nécessaire, on arrive à donner à l'emploi de tous les anesthésiques la même sécurité qu'à celui du protoxyde d'azote sous pression. Il suffit de faire respirer au patient, non plus avec des compresses ou des barbotteurs, ou tous les appareils compliqués et basés sur le faux principe de la quantité qui ont exercé l'imagination des chirurgiens et des constructeurs, mais tout simplement avec un tube et un petit masque, un mélange convenablement titré d'air et de vapeurs anesthésiques. Il n'y a à s'occuper ni du pouls, ni de la respiration, et la température varie à peine. Seulement, on n'évite pas ainsi les inconvénients inhérents à la substance elle-même, l'agitation des débuts,

les malaises et les vomissements consécutifs, et sous tous ces rapports le protoxyde d'azote conserve toute sa supériorité.

» L'emploi des mélanges titrés avait déjà été fait dans mon laboratoire, il y a quelques années, par deux de mes élèves, M. Jolyet et M. Baudelocque, et ce dernier l'avait préconisé dans une thèse de 1875. M. Gréhant les avait même précédés dans cette voie, et en Angleterre Snow, en France Lallemand, Perrin et Duroy avaient déjà donné des indications à ce sujet. Je pense que les nouvelles recherches sur la *zone maniable* doivent déterminer les chirurgiens à tenter sur l'homme l'application de cette méthode.

» L'instrumentation serait des plus simples, et un réservoir en zinc de 200^{lit} à 300^{lit} serait suffisant. Le plus délicat serait de déterminer la dose inférieure. Les expériences ci-dessus rapportées ne peuvent donner sur ce point aucune indication. Les doses varient beaucoup en effet, du chien à la souris et au moineau; toujours moindres pour la souris que pour le chien, elles sont toujours plus fortes pour le moineau que pour la souris, et même, pour le chloroforme et l'amylène, elles sont égales chez le petit oiseau et le gros mammifère. Et, pour le dire en passant, entre les divers chiens, la taille n'a aucune influence. Mais tout cela laisse le problème absolument intact pour les chirurgiens.

» Je dirai, en terminant, que le mélange se détitre très peu pendant l'expérience, excepté pendant les premiers instants. Ainsi, dans une expérience avec 15 de chloroforme, un chien de 6^{kg} avait consommé dans le premier quart d'heure 2 de chloroforme, soit $1^{gr},4$ de vapeur; dans les cinq quarts d'heure qui suivirent, il n'en consomma que 4. Les combinaisons intra-organiques du chloroforme n'en absorbent donc que très peu, et d'autre part il n'en passe pas dans l'urine des quantités appréciables. Ces faits donnent l'explication du peu d'importance de la quantité employée et de la prépondérance de la tension dans le mélange. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèse des colloïdes azotés*. Note de M. E. GRIMAUX.

(Renvoi à la Section de Chimie).

« Les matières protéiques (albuminoïdes et collogènes) n'ont été définies jusqu'à présent que par un ensemble de propriétés physiques, comme l'étaient les corps gras avant que les travaux mémorables de M. Chevreul eussent permis d'en connaître la fonction et de les caractériser comme des éthers de la glycérine. C'est après cette indication de la fonction des corps

gras que leur reproduction synthétique a pu être tentée et réalisée. De même, pour aborder des essais de synthèse des matières protéiques, il importe de les définir rigoureusement, non d'après des indications assez vagues, mais d'après la connaissance de leur fonction.

» Les matières protéiques possèdent les propriétés des colloïdes, si bien distinguées par Graham; les colloïdes, en effet, sont remarquables par l'aspect gélatineux de leurs hydrates, la lenteur de leur diffusion, la facilité avec laquelle leurs solutions sont précipitées par les cristalloïdes; et c'est cette influence des cristalloïdes, accompagnant les matières protéiques dans les organismes vivants, qui en complique tant l'étude en en modifiant la solubilité.

» De plus, les matières protéiques se dédoublent intégralement, par les agents d'hydratation, en acides amidés, acide carbonique et ammoniaque, ainsi que l'ont montré les belles recherches de M. Schützenberger.

» Il me semble donc qu'on peut les définir de la façon suivante :

» *Les matières protéiques sont des colloïdes azotés, se dédoublant par hydratation en acides amidés, acide carbonique et ammoniaque.*

» En dehors de cette définition, il n'est rien de précis; les réactions colorées n'appartiennent pas à la molécule albuminoïde, mais dépendent des groupements qui s'y rencontrent; ainsi la couleur rouge, produite par le réactif de Millon, indique un résidu de tyrosine, etc.

» Cette définition étant admise, j'ai supposé que les acides amidés, fournis par le dédoublement de la molécule protéique, s'y trouvent soudés avec perte d'eau, constituant des anhydrides condensés, analogues aux acides polylactiques de MM. Wurtz et Friedel. La voie était dès lors toute tracée pour tenter des essais de production des colloïdes azotés.

» Comme on ne connaît pas d'anhydrides mixtes d'acides amidés, j'ai d'abord simplifié le problème en m'adressant au produit de condensation d'un seul acide amidé, l'anhydride aspartique de Schaal [1], $C^{32}H^{26}Az^{8}O^{17}$, qu'on obtient en chauffant le chlorhydrate d'acide aspartique à 200°, dans un courant de gaz carbonique; c'est une poudre blanche, insoluble dans l'eau bouillante.

» Chauffé pendant deux heures à 125°-130°, avec la moitié de son poids d'urée, ce corps se transforme en une masse épaisse, entièrement soluble dans l'eau bouillante. La solution est gommeuse, filtre difficilement et possède tous les caractères des matières colloïdes; elle est précipitée par les

---

[1] *Bulletin de la Société chimique*, t. XV, p. 89 (1871).

acides, les sels alcalins (sulfate de potasse, azotate de potasse, sulfate de soude, d'ammoniaque, acétate de soude), par le sulfate de magnésie, le sulfate d'alumine, les sels de fer, de mercure, de cuivre, par le tannin; tous ces précipités sont gélatineux et tellement épais que, avec les solutions un peu concentrées, on peut retourner le vase sans jeter la gelée.

» Les précipités formés par l'acide chlorhydrique et par l'acide azotique se dissolvent dans un excès d'acide; l'addition d'eau sépare, de nouveau, des flocons gélatineux.

» L'addition préalable de potasse ou de soude à la liqueur empêche la précipitation par les acides ou les sels alcalins; mais, si l'on verse alors du sulfate d'ammoniaque, elle est de nouveau précipitée par l'acide acétique.

» La gelée que fournit l'acide acétique se transforme, par la dessiccation, en plaques translucides, présentant l'aspect des matières albuminoïdes desséchées; elle est alors insoluble dans l'eau bouillante, qui la ramollit seulement. Elle se dissout dans la potasse; *sa solution alcaline, traitée par le sulfate de cuivre, se colore en violet, en donnant absolument la même teinte que les substances protéiques.* L'anhydride aspartique seul donne également cette réaction.

» Au lieu de précipiter la solution de l'amide polyaspartique par l'acide acétique, on peut l'isoler par dialyse. On obtient ainsi un liquide qui se dessèche dans le vide en une masse translucide, présentant l'aspect du précipité formé par l'acide acétique, mais s'en distinguant par sa solubilité dans l'eau; si la solution est évaporée, non dans le vide, mais au bain-marie, le résidu est devenu insoluble, pour la plus grande partie.

» Si nous ajoutons, à ces divers caractères, que l'action de l'eau de baryte, à 150°, transforme ce corps en acide carbonique, ammoniaque et aspartate de baryum, nous voyons qu'il présente tous les caractères d'une matière protéique; c'est, pour ainsi dire, un albuminoïde élémentaire.

» L'analyse a conduit à la formule $C^{34}H^{40}Az^{10}O^{25}$, qui représente 8^{mol} d'acide aspartique unies à 2^{mol} d'urée, avec élimination de 2^{mol} d'ammoniaque et de 9^{mol} d'eau.

» Si l'on arrive à produire des anhydrides mixtes renfermant des résidus d'acide aspartique, de leucine, de tyrosine, etc., on pourra ainsi les transformer en amides, se rapprochant de plus en plus des colloïdes azotés fournis par les organismes vivants. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MINÉRALOGIE. — *Observations cristallographiques sur une variété de blende naturelle.* Note de M. P. HAUTEFEUILLE.

(Renvoi à la Section de Minéralogie.)

« I. La structure zonée est habituelle à certaines espèces minérales cristallisées, et les différences de coloration des dépôts successifs, emboîtés les uns sur les autres, s'expliquent aisément par des variations de température ou des changements de composition du milieu, pendant la durée de la cristallisation. La blende présente assez fréquemment cette structure, mais avec des caractères qui méritent de fixer l'attention du minéralogiste, car les couches d'accroissement de la blende, toujours parallèles à l'une des faces de l'octaèdre, ne sont jamais concentriques; elles traversent même souvent de part en part les cristaux les plus volumineux.

» Cette particularité distingue l'axe de symétrie ternaire perpendiculaire aux bandes diversement colorées des trois autres axes de symétrie ternaire de la forme primitive généralement admise.

» Outre les six clivages classiques de la blende, les cristaux zonés présentent trois autres clivages également faciles : ce qui porte à neuf le nombre des plans de facile rupture qu'on peut observer sur certaines blendes. Les trois clivages perpendiculaires au plan des couches sont les seuls qui fournissent des surfaces planes très étendues. Les autres clivages sont plus ou moins interrompus suivant les échantillons; car ils sont parallèles aux faces d'un des pointements trièdres du dodécaèdre rhomboïdal, si l'on clive deux couches de rang pair ou deux couches de rang impair, tandis qu'ils sont parallèles aux faces qui aboutissent à l'axe d'un dodécaèdre transposé, si l'on clive une couche de rang pair et une couche de rang impair.

» Cette corrélation avait échappé à Haüy, qui n'avait pu obtenir le dodécaèdre rhomboïdal transposé que par de longs tâtonnements, en clivant des échantillons dont « la structure était comme interrompue ». En opérant sur les blendes formées de couches alternativement d'un jaune citrin et d'un jaune rougeâtre, j'ai pu constater que les clivages sont symétriquement placés par rapport au plan de séparation des couches et que, par suite, le solide de clivage d'une blende mi-partie jaune citrin,

mi-partie jaune rougeâtre, est le dodécaèdre rhomboïdal transposé, ayant son axe parallèle aux trois clivages qui coupent sans interruption les deux couches.

» Cette orientation des clivages démontre que les deux couches contiguës de couleurs différentes et de composition chimique non identique constituent un cristal maclé; c'est la répétition de cette macle qui donne à la blende zonée sa structure. Les couches des cristaux de blende ne sont donc pas, comme celles d'autres minéraux, les témoins d'un simple phénomène d'accroissement plus ou moins intermittent dans un milieu de composition variable; elles rappellent à l'esprit l'alternance régulière de lamelles d'enstatite et de lamelles de diallage observée par M. Trippke dans les noyaux péridotiques du basalte du mont Gröditz.

» II. Les observations cristallographiques précédentes permettent de démêler entre les quatre axes de symétrie ternaire attribués aux cristaux de blende, celui autour duquel s'effectue de préférence la transposition des couches, et qui probablement possède seul la symétrie ternaire. Les phénomènes optiques viennent confirmer cette prévision, car l'axe de symétrie ternaire dont je viens d'indiquer le moyen de trouver la direction dans blende zonée est un axe d'élasticité optique, et très probablement aussi un axe optique.

» Les lames taillées très obliquement aux couches sont à peu près sans action sur la lumière polarisée dans tous les azimuts, tandis que les lames de même épaisseur taillées perpendiculairement aux couches dépolarisent la lumière et laissent alors passer une lumière colorée, lorsque la direction de l'axe principal n'est ni parallèle ni normal au plan de polarisation.

» Les couleurs de la polarisation chromatique de la blende sont très pâles et ne peuvent être observées que sur les échantillons assez peu colorés pour fournir des plaques incolores dans la lumière naturelle. Car, comme on l'observe avec la leucite et avec les substances pour lesquelles les valeurs des deux indices sont très peu différentes, la blende placée entre les nicols croisés ne laisse passer qu'une lumière bleuâtre très pâle.

» Les lames taillées parallèlement aux couches, examinées dans la lumière polarisée convergente, ne permettent pas l'observation de franges circulaires, même pour une épaisseur de $0^{m},002$; mais ces lames superposées à une lame de spath ne disloquent la croix noire que dans des plages très restreintes.

» En réalité, les phénomènes optiques que présente la blende sont très complexes et très variés : tous les échantillons ne conviennent pas égale-

ment pour en faire l'étude. L'examen attentif entre les nicols croisés de lames d'épaisseur convenable, parallèles à l'un des clivages non interrompus d'une blende zonée, permet souvent de reconnaître dans une couche d'une même couleur une combinaison multiple d'éléments maclés. Tantôt l'axe principal des lamelles incluses est, comme l'axe de transposition des bandes multicolores, parallèle au plan de la lame ; tantôt l'axe principal des lamelles incluses est l'un des deux axes de symétrie pseudo-ternaire obliques au plan de la lame.

» En résumé, il y aurait donc quatre systèmes de lamelles maclées ; l'un des systèmes règle dans la blende zonée les directions des clivages et l'azimut d'extinction des plages les plus étendues. Les cristaux qui présentent accidentellement une prédominance de l'un de ces systèmes peuvent seuls servir à fixer les constantes optiques de la blende : les variétés zonées sont par suite très précieuses.

» S'il est difficile de déterminer les longueurs relatives des axes de l'ellipsoïde qui représente la constitution optique de la blende, il est certain que cet ellipsoïde se rapproche beaucoup de la forme sphérique. Les propriétés optiques montrent donc que le parallélépipède dont on doit faire dériver les cristaux de blende ne réalise qu'imparfaitement les conditions géométriques du cube. Mais les lamelles transposées sont nombreuses dans la blende, elles possèdent très approximativement la symétrie ternaire, et elles s'associent entre elles ; ce sont les lois de cettte association qui règlent la répétition des modifications, conformément à un type de symétrie comportant plus d'un axe ternaire.

» La prédominance d'un seul système de lamelles maclées abaisse la symétrie habituelle aux cristaux de blende : la répétition des faces de même espèce, ainsi que celle des stries, ne s'observe dans les belles variétés de blende que par rapport à l'axe de transposition [1]. La description des cristaux de blende de toutes les variétés devra indiquer, à l'avenir, la direction des lamelles transposées qu'on y distingue d'une façon presque constante, afin de s'assurer par de nombreuses observations si la symétrie de l'enveloppe cristalline est toujours en rapport avec le nombre des systèmes de lamelles.

» L'observation de cristaux naturels d'une variété particulière de blende fournit à elle seule des indications précieuses sur les propriétés cristallo-

---

[1] Ces variétés, trouvées au Picos de Europa, province de Santander, établissent le passage entre la blende ordinaire et la blende cadmifère, rattachée à la wurtzite.

graphiques de ce minéral. Les déductions précédentes paraîtront encore plus solidement établies, quand je montrerai, dans une prochaine Note, qu'elles sont contrôlées par des études expérimentales. »

M. **Vüllner** adresse une Note, accompagnée d'une Table numérique, sur les valeurs de la chaleur spécifique de l'eau liquide.

(Renvoi à la Section de Physique.)

M. **Revin** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire intitulé « Théorie de la formation de l'univers ».

(Commissaires : MM. Faye, Puiseux, Lœwy.)

M. l'abbé **Laborde** adresse une Note relative à un « télégraphe multiple ».

(Renvoi à l'examen de M. du Moncel.)

M. G. **Goulesque** adresse une Note relative à une « aérolocomotive ».

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, le troisième Fascicule du « Traité de Géologie », par M. *de Lapparent*.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Schaeberle* (*c* 1881), *faites à l'Observatoire impérial de Rio-Janeiro;* par M. L. **Cruls**. (Présenté par M. Faye, au nom de S. M. don Pedro.)

« Je dois à l'obligeance de M. Weiss, le savant directeur de l'Observatoire de Vienne, une éphéméride de la comète *c* 1881. J'observai l'astre, pour la première fois, le 10 septembre; on pouvait encore distinguer une queue de 30′ de longueur, quoique extrêmement peu lumineuse. Mes observations se continuèrent les jours suivants, jusqu'au 28 septembre, date à laquelle la comète était fort difficilement visible. Les jours suivants, je cherchai, mais en vain, à revoir l'astre, dont la perte de lumière, jointe aux circonstances atmosphériques peu favorables, me déroba la vue.

» A cause de l'incertitude que présentent les étoiles de comparaison, dont les positions sont tirées du Catalogue de Lalande, j'ai cherché, autant que possible, à avoir, pour chaque observation, deux étoiles de comparaison. Lorsque cela se présente, la position apparente de la comète est une moyenne des résultats obtenus par la double comparaison, comme, par exemple, pour les 12, 21, 25, 26 et 27 septembre. Toutes ces étoiles de comparaison demandent à être observées, ce qui ne pourra se faire que dans quelque temps, lorsqu'elles passeront au méridien vers le matin.

Dates. 1881.	Étoiles de comp.	Grandeur.	Ascension droite. ☄ — ✩.	Log. fact. par.	Déclinaison. ☄ — ✩.	Log. fact. par.
			m s		′ ″	
Sept. 10....	*a*	7,0	+ 0.11,75	+9,689	— 2.33,4	—0,463
12....	*b*	7,5	— 6. 5,80	+9,711	— 1.25,0	—0,461
12....	*c*	6,5	—15.31,50	+9,711	— 1. 3,0	—0,461
13....	*d*	7,0	+ 1. 0,65	+9,675	+ 3. 0,6	—0,373
14....	*e*	6,5	—20. 2,10	+9,690	— 4. 9,0	—0,413
21....	*f*	7,5	—16.58,90	+9,729	— 6.56,0	—0,401
21....	*g*	7,0	—34.57,70	+9,729	—10.31,0	—0,401
25....	*h*	6,5	— 2. 2,81	+9,724	+11.51,3	—0,330
25....	*i*	6,0	— 3. 6,55	+9,724	+ 2.47,1	—0,330
26....	*j*	8,0	—17.17,32	+9,739	— 6.44,4	—0.375
26....	*k*	6,0	—21.13,45	+9,739	— 8.15,9	—0,375
27....	*l*	7,5	+ 0.27,91	+9,731	+ 3.57,2	—0,331
27....	*m*	7,5	— 0.16,10	+9,731	+ 4. 8,3	—0,331
28....	*n*	6,0	+ 1. 3,00	+9,738	— 9.32,0	—0,344

Dates. 1881.	Étoiles de comparaison.	Ascension droite. Moy. 1881,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1881,0.	Réduction au jour.
		h m s	s	° ′ ″	″
Sept. 10....	*a* = 26148 Lal.	14.11.40,52	+2,40	— 7.25.26,5	—10,1
12....	*b* = 26437 Lal.	14.23. 8,07	+2,47	—10. 1.54,2	— 6,4
12....	*c* = 26683 Lal.	14.32.36,36	+2,52	—10. 2.29,0	— 5,7
13....	*d* = 26307 Lal.	14.18.17,00	+2,43	—11. 7.17,3	— 6,9
14....	*e* = 26929 Lal.	14.41.24,53	+2,58	—12.20.17,1	— 4,6
21....	*f* = 27159 Lal.	14.49.35,67	+2,63	—18.26.51,8	— 2,5
21....	*g* = 27719 Lal.	15. 7.34,06	+2,72	—18.29.50,8	— 0,9
25....	*h* = 26866 Lal.	14.39.25,66	+2,57	—20.40.11,7	— 3,6
25....	*i* = 26892 Lal.	14.40.27,59	+2,58	—20.49.35,5	— 2,7
26....	*j* = 27339 Lal.	14.55.39,05	+2,66	—21.32.43,3	— 1,2
26....	*k* = 27453 Lal.	14.59.34,66	+2,68	—21.33.39,6	— 0,8
27....	*l* = 26842 Lal.	14.38.56,16	+2,58	—21.54.36,1	— 2,6
27....	*m* = 26875 Lal.	14.39.40,72	+2,58	—21.54.11,5	— 2,5
28....	*n* = 26855 Lal.	14.39.16,17	+2,58	—22.38.58,3	— 2,3

Dates. 1881.	Temps moyen de Rio. h m s	Ascension droite. h m s	Nombre de comparaisons.	Déclinaison. ° ′ ″	Nombre de comparaisons.
Sept. 10.....	7.17. 4	14.11.54,67	5	— 7.23. 3,2	5
12.....	7.43.19	14.17. 6,06	10	—10. 1. 3,6	10
13.....	6.54.22	14.19.20,08	8	—11.10.24,8	9
14.....	7. 6.40	14.21.25,01	2	—12.16.12,7	2
21.....	7.28.28	14.32.39,24	3	—18.19.39,5	3
25.....	6.56.47	14.37.24,54	8	—20.52.15,6	8
26.....	7.16.22	14.38.24,41	4	—21.26. 0,1	4
27.....	6.57.21	14.39.26,92	12	—21.58.28,8	8
28.....	7. 2.19	14.40.21,75	3	—22.29.28,6	5

» Je me propose maintenant de rectifier les éléments de l'orbite, à l'aide d'une position normale déduite de ces observations et de deux autres positions normales fournies par la série des observations faites dans l'hémisphère Nord.

Observations de la comète de Encke.

» Les 26 et 27 septembre, au matin, j'ai obtenu deux positions de cette comète, qui était d'une faiblesse excessive. L'astre était à peu de degrés de hauteur. Il m'a été impossible de le revoir, à cause du crépuscule du matin. Les observations ne sont pas encore réduites. »

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur la théorie du mouvement des corps célestes.* Note de M. O. CALLANDREAU, présentée par M. Tisserand.

« Dans le *Compte rendu* de la séance du 30 mai 1881, M. Gyldén a donné, sans démonstration, les principales formules pour une nouvelle théorie du mouvement des corps célestes et, en particulier, les deux équations différentielles du second ordre permettant de calculer les quantités appelées par lui la *variation* et l'*évection*.

» La déduction des formules a été publiée depuis dans les *Comptes rendus de l'Académie de Stockholm;* l'objet de la présente Note est d'indiquer une déduction différente de celle de M. Gyldén.

» Il s'agit essentiellement de la détermination du mouvement de l'astre dans le plan mobile de l'orbite, en considérant en quelque sorte le développement de l'orbite troublée sur un plan. La force perturbatrice a pour résultat de déformer l'ellipse de Kepler et de l'entraîner dans le plan mobile; et il est connu que Clairaut représenta à peu près le mouvement du

périgée de la Lune en prenant comme expression de la force d'attraction

$$F = \frac{\mu}{r^2} + \frac{\nu}{r^3}.$$

» En suivant cet ordre d'idées, on rapporte l'orbite troublée non plus à l'ellipse de Kepler, mais à une orbite intermédiaire décrite sous l'action d'une force centrale ; par un choix convenable de cette force, il peut arriver, on le conçoit, que l'effet principal des perturbations, connues par les premiers calculs, soit manifesté dans l'orbite auxiliaire, circonstance avantageuse pour les approximations ultérieures.

» Les équations du second ordre qui déterminent le mouvement sont de plus susceptibles de simplifications. En effet, on constate aisément que, si dans les équations connues

$$r^2\frac{d^2 v}{dt^2} + 2r\frac{dv}{dt}\frac{dr}{dt} = k^2(1+m)\frac{d\Omega}{dv},$$

$$\frac{d^2 r}{dt^2} - r\left(\frac{dv}{dt}\right)^2 + k^2\frac{1+m}{r} = k^2(1+m)\frac{d\Omega}{dr},$$

$$\Omega = \frac{m'}{1+m}\left(\frac{1}{\Delta} - \frac{xx'+yy'+zz'}{r'^3}\right),$$

on met à la place de t une autre variable indépendante u, telle que

$$\frac{d^2 t}{dt^2} = \frac{2}{r}\frac{dr}{dt},$$

ou bien

$$\frac{\frac{d^2 t}{du^2}}{\left(\frac{dt}{du}\right)^2} = \frac{2}{r}\frac{\frac{dr}{du}}{\left(\frac{dt}{du}\right)},$$

d'où

$$t = \beta\int r^2\,du,$$

β désignant une constante ; les équations se réduisent à celles-ci :

$$r^2\frac{d^2 v}{dt^2} = k^2(1+m)\frac{d\Omega}{dv},$$

$$-r^2\frac{d^2}{dt^2}\left(\frac{1}{r}\right) - r\left(\frac{dv}{dt}\right)^2 + k^2\frac{1+m}{r^2} = k^2(1+m)\frac{d\Omega}{dr},$$

dans lesquelles on doit remplacer dt par sa valeur en u.

» Pour réaliser le changement de variable mentionné, on considère un temps τ différent du temps t et la longitude intermédiaire v_0 ainsi que le rayon vecteur intermédiaire r_0 qui ont lieu pour le temps τ ; on fait dépendre le temps τ du temps t au moyen de la relation

$$\frac{dt}{d\tau} = \left(\frac{r}{r_0}\right)^2;$$

et, comme on a pour l'orbite intermédiaire

$$r_0^2 \frac{dv_0}{d\tau} = \text{const.},$$

il vient

$$dt = \text{const.} \times r^2 dv_0.$$

La longitude intermédiaire v_0 peut ainsi être prise comme nouvelle variable à la place de u.

» Pose-t-on

$$v = v_0 + \chi, \quad \frac{1}{r} = \frac{1}{r_0} - \rho,$$

on tombera sur les équations différentielles données par M. Gyldén pour déterminer les quantités χ et ρ. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur certaines séries pour le développement des fonctions d'une variable.* Note de M. **Halphen**, présentée par M. Jordan.

« Une série nouvelle, que M. Léauté a fait connaître l'an dernier dans les *Comptes rendus* (t. XC, p. 1404), m'a fourni l'occasion de recherches, dont je me propose d'indiquer ici le résultat.

» Voulant obtenir d'abord la généralisation la plus simple, j'ai cherché une série dont le terme général eût la forme suivante,

$$[\mathrm{A}f^{(m)}(a) + \mathrm{B}f^{(m)}(b) + \mathrm{C}f^{(m)}(c) + \ldots]\,\mathrm{P}_m(x),$$

A, B, C, ..., a, b, c, ... étant des constantes, et $\mathrm{P}_m(x)$ une fonction indépendante du choix de $f(x)$. Cette série devait représenter $f(x)$ ou l'une de ses dérivées. A cet égard, voici le résultat :

Soit $\lambda(\zeta) = \mathrm{A}e^{a\zeta} + \mathrm{B}e^{b\zeta} + \mathrm{C}e^{c\zeta} + \ldots$, *et prenons pour* $\mathrm{P}_m(x)$ *le coefficient du* $(m+1)^{\text{ième}}$ *terme dans le développement de* $e^{\zeta x} : \lambda(\zeta)$, *suivant les puissances ascendantes de* ζ. *Il existe une classe de fonctions* $f(x)$ *pour lesquelles la série représente la fonction* $f(x)$ *elle-même, si toutefois* $\lambda(\zeta)$ *n'a pas la racine zéro. Au cas où* $\lambda(\zeta)$ *a la racine zéro, multiple d'ordre* k, *la série représenterait* $f^{(k)}(x)$.

» En cherchant à préciser ce résultat, j'ai rencontré une circonstance inattendue : les conditions sous lesquelles le développement s'applique sont indépendantes de x, en sorte que la fonction $f(x)$ est nécessairement synectique dans tout le plan. C'est ce qui résulte de la proposition suivante :

» *Pour que la série s'applique à une fonction* $f(x)$, *il faut et il suffit :* 1° *qu'il existe une constante* α *telle que le produit* $\alpha^m f^{(m)}(x)$, *pour toute valeur finie de* x, *ne devienne pas infini avec* m; 2° *que les racines, autres que zéro, de la fonction* $\lambda(\zeta)$ *aient leur plus petit module* ρ *supérieur à celui de* $\frac{1}{\alpha}$.

» Cet énoncé ne mentionne pas la condition que $f(x)$ soit synectique, mais il la contient implicitement. Comme exemple de fonctions satisfaisant aux conditions requises, je citerai e^{px}, $\sin px$, $\cos px$, pour lesquelles la constante α est égale à $\frac{1}{p}$; $\cos\sqrt{x}$, $\sqrt{x}\sin\sqrt{x}$, les fonctions de Bessel, pour lesquelles la constante α est infiniment grande. Au contraire, les fonctions e^{x^2}, $\cos x^2$, ... n'y satisfont pas, ni, bien entendu, aucune fonction algébrique, hormis les polynômes entiers.

» La série de M. Léauté est ce cas particulier où l'on prend pour terme général

$$[f^{(m)}(a) - f^{(m)}(b)]\,\mathrm{P}_m(x);$$

le module ρ est $\frac{2\pi}{a-b}$. Ainsi, dans ce cas, la deuxième condition ci-dessus consiste en ce que l'intervalle $(a-b)$ soit inférieur à $2\pi\alpha$.

» Les séries dont il s'agit peuvent être étudiées à un autre point de vue. Prenons une suite de constantes μ_0, μ_1, μ_2, ..., et envisageons la série

$$\mathrm{F}(x) = \mu_0\mathrm{P}_0 + \mu_1\mathrm{P}_1(x) + \mu_2\mathrm{P}_2(x) + \ldots,$$

pour nous demander les conditions de sa convergence et la nature de la fonction $\mathrm{F}(x)$. Voici la réponse :

» *Si la série converge pour une suite continue de valeurs de* x, *elle est convergente, quel que soit* x. *Pour qu'il en soit ainsi, il faut et il suffit que la série*

$$\mu_0 + \mu_1 x + \mu_2 x^2 + \ldots + \mu_m x^m + \ldots$$

soit convergente à l'intérieur d'un cercle de rayon supérieur à $\frac{1}{\rho}$.

» Ces conditions remplies, envisageons la fonction

$$\mathrm{V}(x) = \mu_0 + \mu_1\frac{x}{1} + \mu_2\frac{x^2}{1.2} + \ldots + \mu_m\frac{x^m}{1.2\ldots m} + \ldots,$$

qui est alors synectique dans tout le plan. *La fonction* $\mathrm{F}(x)$ *est une solution de l'équation*

$$\mathrm{A\,F}(a+x) + \mathrm{B\,F}(b+x) + \mathrm{C\,F}(c+x) + \ldots = \mathrm{V}^{(k)}(x),$$

et l'on achève de la caractériser par la propriété suivante : le produit $\frac{F^m(x)}{\rho^m}$ *a pour limite zéro avec* $\frac{1}{m}$.

» On a, en outre, cette conséquence,

$$F(x+y) = P_0 V(y) + P_1(x) V'(y) + \ldots + P_m(x) V^{(m)}(y) + \ldots,$$

qui a lieu, quels que soient x et y. Ceci conduit à une recherche bien plus générale, celle du développement d'une fonction suivant les dérivées d'une autre fonction. A un autre point de vue, on peut prendre une suite quelconque de polynômes, appartenant, comme ceux qui précèdent, à la classe envisagée par M. Appell (*Annales de l'École Normale*, 2e série, t. IX), c'est-à-dire dont chacun est la dérivée du suivant, et chercher alors le développement des fonctions en séries de tels polynômes. Ces deux questions générales coïncident. Dans une Communication ultérieure, je présenterai à ce sujet des résultats, dont le principal consiste en une généralisation de la série de M. Hermite (*Comptes rendus*, t. LVIII). »

MÉCANIQUE. — *Égalité des abaissements moyens que produisent, chacune, aux points où est déposée l'autre, deux charges égales, arbitrairement distribuées, le long de deux circonférences concentriques, sur un sol horizontal, ou sur une plaque circulaire horizontale ayant même centre que ces circonférences et appuyée ou encastrée sur tout son contour.* Note de M. J. **Boussinesq**, présentée par M. de Saint-Venant.

« L'Académie voudra bien me permettre de résumer ici la démonstration de la loi nouvelle énoncée dans le titre de cette Note, loi assez curieuse, surtout par le rapprochement qu'elle établit entre un sol horizontal de dimensions indéfinies et une plaque mince limitée en tous sens.

» Si, commençant par le cas du sol élastique, on suppose d'abord que deux charges égales dP y soient distribuées uniformément le long de deux circonférences concentriques, de manière à n'occuper, chacune, qu'une bande annulaire infiniment étroite, l'une ou l'autre de ces charges produira, aux points où est appliquée la seconde, un abaissement du sol, w, égal à $\frac{(\lambda+2\mu)\,dP}{4\pi\mu(\lambda+\mu)}\frac{2}{\pi}\int_0^{\frac{\pi}{2}}\frac{d\omega}{\sqrt{r^2-R^2\sin^2\omega}}$, λ et μ désignant les deux coefficients d'élasticité du sol et r, R, le plus grand et le plus petit des rayons de ces circonférences : c'est ce que j'ai démontré dans une Note du 9 septembre 1878

(*Comptes rendus*, t. LXXXVII, p. 402). Ainsi, les deux abaissements considérés sont bien égaux lorsqu'ils ont la même valeur tout le long de chaque circonférence, c'est-à-dire quand les charges qui les causent sont elles-mêmes réparties uniformément le long des leurs; et il suffit, pour avoir complètement démontré la loi dans le cas du sol élastique, de faire voir que des modifications quelconques de cette répartition, tout en introduisant des inégalités dans les abaissements dont il s'agit, ne changeraient pas leurs deux moyennes respectives. Or c'est justement ce qui a lieu; car, si nous décomposons les abaissements en parties, qui soient les déplacements verticaux w dus à chaque élément, pris à part, de la charge considérée, et si, ne portant d'abord notre attention que sur ces déplacements partiels w, nous imaginons que l'élément de charge qui les produit se déplace le long de la circonférence dont il occupe un point, il est clair que ces mêmes déplacements ne cesseront pas d'avoir lieu, en des points qui se transporteront, il est vrai, sur la circonférence où on les a pris, de manière à conserver leurs situations relatives entre eux et par rapport à l'élément de charge. Donc, la moyenne des déplacements partiels w ne changera pas, ni, par suite, la moyenne des abaissements considérés, si l'on altère arbitrairement l'uniformité primitive de répartition de la charge qui les fait naître.

» Passons actuellement au cas d'une plaque circulaire, homogène et horizontale, appuyée ou encastrée sur tout son contour, et supportant deux charges égales, dP, arbitrairement réparties le long de deux circonférences décrites autour de son centre. Pour prouver que chaque charge produira, aux divers points de la circonférence d'application de l'autre, un égal abaissement moyen, il suffit encore de faire voir que cette loi s'observe lors d'une distribution uniforme des deux charges; car, dans une telle plaque, comme dans un sol élastique, les déplacements effectifs se forment par la superposition de ceux que produiraient séparément les divers éléments de la charge considérée, et il est clair que, tout le long d'une circonférence quelconque concentrique au contour, ces déplacements partiels ne cesseront pas d'être les mêmes, à cela près d'un transport commun, autour du centre de la plaque, des points où on les observera, si le poids élémentaire qui les fait naître se déplace le long d'une ligne également concentrique au contour, c'est-à-dire sans cesser d'occuper une situation analogue tant par rapport aux limites du corps élastique, que par rapport à la circonférence dont on examine les déplacements.

» Or, dans le cas où tout est pareil autour du centre, la théorie clas-

sique des plaques minces permet de résoudre sans difficulté le problème. Appelons h l'épaisseur de la plaque, a son rayon, R celui de la circonférence d'application de la charge dP, r la distance au centre du point où l'on mesure l'abaissement produit (ou la *flèche*) w ; et, en supposant la matière pareillement constituée suivant tous les sens horizontaux, désignons par μ le coefficient de l'élasticité de glissement de couches verticales se déplaçant horizontalement et par η un rapport constant qui dépend de la contexture, égal à $\frac{\lambda}{\lambda + 2\mu}$ s'il s'agit d'une matière isotrope. On trouve alors :

» 1° Pour $r < \mathrm{R}$,

Bord encastré....., $$w = \frac{3\,d\mathrm{P}}{8\pi(1+\eta)\mu h^3}\left[(a^2-\mathrm{R}^2)\frac{a^2+r^2}{a^2} - (\mathrm{R}^2+r^2)\log\frac{a^2}{\mathrm{R}^2}\right],$$

Bord appuyé .... $$w = \frac{3\,d\mathrm{P}}{8\pi(1+\eta)\mu h^3}\left[2(a^2-\mathrm{R}^2) + \frac{a^2-\mathrm{R}^2}{1+2\eta}\,\frac{a^2-r^2}{a^2} - (\mathrm{R}^2+r^2)\log\frac{a^2}{\mathrm{R}^2}\right];$$

» Et 2°, pour $r > \mathrm{R}$, des expressions pareilles de w, mais où r et R échangent leurs rôles, tout comme il arrivait dans le cas du sol élastique. Donc, la formule qui exprime, par exemple, le déplacement w d'un point situé à une distance, r, du centre, moindre que R, deviendra, sans y rien changer, l'expression du déplacement w imprimé, par l'action d'une autre charge égale, à un point situé à la distance R, pourvu que cette autre charge soit déposée le long de la circonférence de rayon r. Ainsi, les abaissements que s'impriment l'une à l'autre deux telles charges sont bien égaux.

» Quand une des deux circonférences devient infiniment petite, la loi de réciprocité démontrée comporte l'énoncé suivant :

» *Une plaque horizontale, appuyée ou encastrée sur tout son contour, et chargée d'un poids quelconque à une certaine distance de son centre, éprouve, en ce centre, un abaissement égal à celui qui aurait lieu à l'endroit où est le poids, si on en ôtait celui-ci pour le déposer au centre.* »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur le rendement maximum dont sont susceptibles deux machines dynamo-électriques données, lorsqu'on les emploie au transport de la force.* Note de M. **Maurice Lévy.**

« Je passe maintenant au second des problèmes posés dans ma Communication du 7 novembre.

» Il s'agit, sans rien changer aux poids de cuivre et d'isolants employés dans les fils des machines, d'en modifier la résistance, de façon à rendre maximum le rendement répondant à un circuit de résistance extérieure donnée R.

» Soient a, b, a', b' les nouvelles résistances des anneaux et des inducteurs. La résistance totale sera

$$(7) \qquad \mathfrak{S} = a + b + a' + b' + \mathrm{R}.$$

» Comme, d'après l'équation (3) de ma Communication du 7 novembre, le maximum du rendement répond au minimum de $\mathfrak{S}$ et que R est donné, il s'agit de rendre minimum la somme $a + b + a' + b'$, c'est-à-dire chacune des deux sommes partielles $a + b$ et $a' + b'$, puisqu'elles sont indépendantes l'une de l'autre. Occupons-nous d'abord de la première.

» L'équation (4) devient ici, en désignant par n le nombre de tours par minute de l'anneau de la génératrice après la modification de ses fils,

$$(8) \qquad \mathrm{E} = \varphi(\mathrm{I}) \times n\sqrt{ab},$$

où I doit être remplacé par sa valeur (1).

» Puisque φ est une fonction toujours croissante de I, le produit ab est fonction décroissante de I et, par suite, aussi de $\mathfrak{S} = a + b + a' + b' + \mathrm{R}$, puisque, en vertu de (1), I croît toujours avec $\mathfrak{S}$. Ainsi, toutes choses égales d'ailleurs, le produit ab est une fonction constamment décroissante de la somme $a + b$,

$$ab = f(a + b),$$

f étant une fonction toujours décroissante de sa variable.

» De là, on déduit que le minimum de $a + b$ répond à $a = b$. Car si a et b sont différents, soit $a - b = h$; faisons de plus $a + b = z$, de sorte que

$$\frac{z^2 - h^2}{4} = f(z).$$

» On voit facilement que z est une fonction toujours croissante de h^2. Donc son minimum répond au minimum de h^2, ou $h^2 = 0$.

» On aurait de même, pour la réceptrice, la relation

$$\mathrm{E}' = \Psi(\mathrm{I})n'\sqrt{a'b'},$$

et l'on conclurait, par un raisonnement analogue, que le minimum de

$a' + b'$ répond à $a' = b'$. Donc il vient

$$(10)\qquad \begin{cases} E = \Psi(I)\,na, \\ E = \varphi(I)\,n'a', \\ \mathfrak{S} = 2(a+a') + R. \end{cases}$$

» A présent, on dispose encore de a et de a', dont la somme $a + a'$ doit être rendue aussi petite que possible. Mais on ne peut prendre $a = 0$ ou $a' = 0$, puisque cela obligerait à adopter, pour les vitesses n ou n', des valeurs infinies. Il faut donc calculer a et a' en fonction de ces vitesses et chercher les valeurs à donner à ces dernières pour rendre $a + a'$ un minimum.

» Posons

$$(11)\qquad \sqrt{E^2 - 4\,\mathfrak{S}\,\mathfrak{C}_u} = x,$$

d'où, par les équations (1) et (2),

$$(12)\qquad I = \frac{2\mathfrak{C}_u}{E+x}, \quad E' = \frac{E+x}{2},$$

et, par suite, l'élimination de a, a' et $\mathfrak{S}$ entre (10) et (11) donne

$$(12)\qquad \frac{2E}{n\Psi\left(\frac{2\mathfrak{C}_u}{E+x}\right)} + \frac{E+x}{n'\Psi\left(\frac{2\mathfrak{C}_u}{E+x}\right)} = \frac{E^2 - x^2}{4\mathfrak{C}_u} - R,$$

équation qui fournit la valeur de x en fonction des données E et $\mathfrak{C}_u$ du problème et des deux vitesses de rotation n et n'. Or on veut disposer, si c'est possible, de ces vitesses, de façon à rendre la résistance $\mathfrak{S}$ un minimum, et comme, en vertu de (11), lorsque $\mathfrak{S}$ est un minimum, x est un maximum, nous devons, dans la dernière équation, regarder x comme une fonction des deux variables n et n' et chercher le maximum de cette fonction.

» Pour poursuivre les calculs, nous réduirons les deux fonctions $\varphi(I)$ et $\Psi(I)$ à leurs formes linéaires KI et K'I, ce que nous avons vu être permis ici; alors la dernière équation devient du second degré et donne

$$(12\,bis)\qquad x = -2\left(\frac{1}{Kn} + \frac{1}{K'n'}\right)E + \sqrt{\left(1 - \frac{2}{Kn}\right)^2 E^2 - 4\left(1 + \frac{2}{K'n'}\right)R\,\mathfrak{C}_u}.$$

(En général, $\frac{1}{kn}$ et $\frac{1}{k'n'}$ sont des quantités très petites, et on peut négliger au moins leurs carrés devant l'unité.)

» On voit que x n'a pas de maximum analytique; cette fonction croît constamment avec n et n'. Donc, on devra adopter pour ces deux vitesses les valeurs les plus grandes possibles, eu égard à la résistance de la matière, ou fournies par toute autre considération pratique. Une fois ces vitesses adoptées, l'équation (12 *bis*) fournit la valeur de x. Puis les équations (11) et (12) fournissent $\mathfrak{S}$, I, E' et, par suite, le rendement $\frac{E'}{E}$. On a donc tous les éléments relatifs au fonctionnement des machines. Quant aux valeurs à donner aux résistances $a = b$ et $a' = b'$ pour que ce fonctionnement se réalise, elles sont fournies par les trois équations (10), lesquelles se réduisent à deux, en vertu de (12).

» Ayant les résistances $a = b$ et $a' = b'$ à donner aux fils des inducteurs et induits de chacune des deux machines, connaissant d'ailleurs les volumes de ces fils, qui sont les mêmes que ceux des fils des machines avant leur transformation, les sections et longueur de chacun d'eux sont déterminées. On conservera aussi le rapport de la section du cuivre de chaque fil à celle de l'isolant qui l'entoure, afin de ne pas changer le volume de celui-ci. »

SPECTROSCOPIE. — *Recherches sur le spectre d'absorption de l'atmosphère terrestre, à l'Observatoire de Paris.* Note de M. N. **Egoroff**, présentée par M. Mouchez.

« Dans la Note que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie le 22 août, j'ai montré l'intérêt que peut offrir l'examen du spectre d'absorption de l'atmosphère terrestre, celui-ci étant produit par un puissant foyer électrique, placé à une distance de plusieurs kilomètres de l'observateur. Grâce à la bienveillante intervention de M. le Directeur de l'Observatoire de Paris, et à l'obligeance de M. le colonel Mangin, j'ai pu observer, pendant onze soirées, de 8^h à 10^h par des temps divers, le spectre d'absorption de la couche atmosphérique comprise entre le Mont-Valérien et l'Observatoire; le spectre était produit par un foyer électrique très intense, concentré et dirigé par un projecteur Mangin.

» Les observations se faisaient à l'aide du grand équatorial de la tour de l'Est (14 pouces), auquel on avait adapté un réseau de diffraction de Chapmann (17290 raies par pouce.) Afin d'accélérer les observations micrométriques, on avait enroulé sur le tambour de la vis un mince rouleau de papier télégraphique, en déplaçant en même temps le fil dans le champ de vision;

on marquait sur la bande de papier, avec des signes conventionnels, les lignes brillantes, les lignes noires, fortes ou faibles, et les bandes. On pouvait éliminer l'influence de l'épaisseur du papier ($0^m,001$), en comparant sur la bande la position de certaines lignes du spectre solaire (D_1, D_2, α et B) à celles du spectre atmosphérique.

» La lumière était assez intense pour pouvoir observer le spectre de diffraction de premier et même de second ordre.

» Le 19 octobre (à 7^h, température $+ 2°,7$; à 10^h, température $+ 1°,9$), on ne pouvait voir facilement que les raies D_1 et D_2, particulièrement intenses, accompagnées d'un groupe de cinq lignes du côté de l'orangé, la raie α, une raie du groupe C et le commencement du groupe B.

» Mais c'est surtout les 3 et 5 novembre, pendant la pluie (température 10°,9 et 13°,8, de 7^h à 10^h), qu'on pouvait observer d'une manière très nette le spectre d'absorption de l'atmosphère. Toutes les raies dessinées dans l'Atlas d'Angström, comme raies ombrées, étaient bien visibles. On distinguait facilement douze lignes du groupe B et celles de la partie voisine du groupe *a*. Quant aux lignes D_1 et D_2, elles paraissaient plus faibles que par le temps plus sec du 19 octobre. Ne seraient-ce pas des lignes telluriques, dépendant de l'absorption par la vapeur de sodium?

» Comme le groupe A ne pouvait pas être observé dans le spectre de diffraction, on a adapté, à une lunette de 6 pouces, un spectroscope à un prisme en flint lourd. On voyait très bien tout le spectre d'absorption de l'atmosphère et même le groupe A, plus une bande dans la partie ultrarouge.

» Dans l'indigo *g-h*, on voyait deux larges bandes noires et quatre bandes plus étroites, dont l'une, avant la raie *g*, était déjà indiquée par Brewster; les autres furent observées comme bandes telluriques par nous pour la première fois. Ces bandes correspondent à celles du spectre d'émission de l'air d'après Angström. Il serait désirable, dans les études ultérieures, de comparer le spectre d'absorption de l'atmosphère terrestre avec le spectre d'émission de l'air, ainsi que d'examiner s'il ne se produirait pas de changements dans le spectre pendant l'orage.

» Il est probable qu'après la vapeur d'eau l'air est la seule substance fortement absorbante.

» D'après mes expériences, faites en 1879 à Varsovie, ni l'acide carbonique ni l'ammoniaque ne produisent aucun changement visible dans le spectre; cependant les couches de ces gaz correspondaient au moins à la quantité contenue dans une couche atmosphérique de 200^{km}.

» J'espère pouvoir bientôt soumettre à l'Académie les résultats des observations que je me propose d'entreprendre cet hiver entre Oranienbaum et Cronstadt, par des temps très froids et très secs, afin d'avoir un spectre d'absorption dégagé de la vapeur d'eau ([1]). »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur l'électrolyse de l'eau.* Note de M. **D. Tommasi.**

« Dans une précédente Note ([2]), j'ai montré que l'on pouvait électrolyser l'eau en n'employant qu'un seul élément zinc-cuivre ou zinc-charbon et acide sulfurique étendu, à la condition de prendre pour électrode positive un métal qui, sous l'influence du courant voltaïque, pouvait s'emparer de l'oxygène de l'eau. Tous les métaux, à l'exception de l'or et du platine, peuvent se combiner à l'oxygène de l'eau sous l'influence du courant voltaïque, et dès lors être capables de la décomposer par l'action d'*un seul élément.* Je vais maintenant compléter ma dernière Note, en montrant que, si l'une des deux électrodes du voltamètre est en aluminium, en zinc ou en charbon, la décomposition de l'eau peut également s'effectuer.

Élément zinc-charbon avec acide sulfurique étendu.

Aluminium +,	Aluminium —	Dégagement de gaz plus ou moins fort au pôle négatif.
Aluminium —,	Cuivre +	
Aluminium —,	Plomb +	
Aluminium +,	Argent —	Faible dégagement de gaz autour de l'argent.
Aluminium +,	Or —	» » de l'or.
Aluminium —,	Argent +	Pas de décomposition de l'eau.
Aluminium +,	Plomb —	
Aluminium —,	Or +	

» En employant un élément zinc-charbon avec bichromate de potasse ([3]), on observe les mêmes effets, mais avec beaucoup plus d'intensité. Le seul fait qui mérite cependant d'être signalé, c'est que l'eau peut être décomposée si l'électrode négative est en aluminium et l'électrode positive en argent : le dégagement de gaz a lieu autour de l'aluminium ; l'argent se recouvre d'une couche d'oxyde.

([1]) Je suis heureux d'exprimer ici ma plus vive reconnaissance à M. le Directeur de l'Observatoire, pour le concours obligeant qu'il a bien voulu me prêter. C'est grâce à sa bienveillance que les observations citées plus haut ont pu être faites.

([2]) Voir *Comptes rendus*, séance du 24 octobre 1881.

([3]) Il est à observer qu'avec un seul élément au bichromate de potasse on ne peut décomposer l'eau si les deux électrodes sont en platine.

Élément zinc-charbon avec acide sulfurique étendu.

Zinc +,	Zinc —.......	Les zincs sont naturellement vivement attaqués par l'eau acidulée; pendant le passage du courant, on n'a pu constater aucun changement.
Zinc +,	Platine —.......	Dégagement de gaz assez fort au pôle négatif [1].
Zinc +,	Argent —.......	
Zinc +,	Cuivre —.......	
Zinc +,	Plomb —.......	Faible dégagement de gaz au pôle négatif.
Zinc +,	Étain —.......	
Zinc —,	Platine +.......	Pas de décomposition de l'eau, ou du moins pas de production de gaz au pôle positif.
Zinc —,	Argent +.......	
Zinc —,	Cuivre +.......	
Zinc —,	Étain +.......	
Zinc —,	Plomb +.......	
Charbon +,	Charbon — [2].	Faible dégagement de gaz au pôle négatif, ne se produisant que quelques instants après que le circuit a été fermé.
Charbon +,	Platine —....	Dégagement de gaz au pôle négatif. En substituant au platine l'argent, l'aluminium ou l'or, on observe toujours la décomposition de l'eau [3].
Charbon +,	Plomb —....	Pas de décomposition. Il se produit seulement un dégagement de gaz autour du plomb, si ce plomb a servi auparavant comme électrode positive; le dégagement du gaz cesse d'ailleurs au bout de quelques instants.
Charbon —,	Platine +....	Pas de décomposition de l'eau.
Charbon —,	Aluminium +	
Charbon —,	Or +.......	
Charbon —,	Plomb +....	
Charbon +,	Cuivre —....	

» Avec un élément au bichromate, on obtient des effets plus intenses.

» Cette Note était déjà rédigée lorsque j'ai lu, dans les *Comptes rendus* de la dernière séance, un Mémoire de M. Berthelot « Sur les limites de l'électrolyse ». Dans ce Mémoire, ce savant cherche à expliquer, à l'aide des données thermiques, les différents faits que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie dans la séance du 24 octobre.

---

[1] Faisons observer ce fait singulier que, le zinc étant attaqué par l'eau acidulée du voltamètre, il s'ensuit qu'il y a dégagement d'hydrogène aux deux électrodes.

[2] Ce charbon est constitué par une mine de crayon en graphite, préalablement chauffée au rouge.

[3] Il est assez étrange de voir le graphite se combiner à l'oxygène de l'eau, sous l'influence du courant voltaïque, et se comporter en quelque sorte comme une électrode soluble. Je ne pense pas que ce fait ait été encore signalé.

» L'explication que M. Berthelot a donnée est précisément celle qui s'est présentée tout d'abord à mon esprit, et je puis affirmer sur mon honneur que je l'avais déjà communiquée verbalement à plusieurs membres de l'Académie et à quelques savants étrangers, auxquels je montrais mes expériences sur l'électrolyse de l'eau. Si j'ai cru cependant ne pas devoir donner encore de théorie sur les phénomènes que j'avais observés, cela tenait uniquement à ce que cette théorie me paraissait tout à fait insuffisante. En effet, si, d'une part, il y a un dégagement de calories, dû à la formation du sulfate de cuivre, d'autre part il se produit une absorption de calories par suite de la décomposition de ce même sulfate; or, ces deux réactions, étant égales et contraires, ne peuvent évidemment avoir aucune influence sur la décomposition de l'eau ([1]). J'avais déjà montré, dans mon premier Mémoire, qu'avec le couple platine — et cuivre + le cuivre se dissolvait en se transformant en sulfate, lequel se décomposait aussitôt, et dont le cuivre se déposait sur le platine *sans que pour cela le dégagement de gaz cessât d'avoir lieu au pôle négatif*. Bien plus, si l'on ajoute à l'eau acidulée du voltamètre un cristal de sulfate de cuivre, voici ce qui se passe : la solution cuivrique est immédiatement décomposée par le courant voltaïque, le cuivre se porte sur le platine et le recouvre complètement; *mais, malgré la décomposition du sulfate de cuivre, la décomposition de l'eau ne s'arrête pas pour cela*. Il n'est donc pas probable que la décomposition de l'eau, dans ce cas, soit due à l'*énergie supplémentaire* résultant de l'oxydation du cuivre et de l'union de cet oxyde avec l'acide sulfurique, comme le pense M. Berthelot. Je continue, du reste, ces recherches, en variant non seulement la nature de la pile, mais encore la nature des électrodes et du liquide du voltamètre, et j'espère arriver par là à trouver la véritable explication de ces singuliers phénomènes. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la réversibilité de la méthode électrochimique pour la détermination des réseaux équipotentiels ou d'écoulement.* Note de M. **Ad. Guébhard.**

« L'orthogonalité et la conjugaison, dans le plan, des systèmes équipotentiels et d'écoulement compris dans l'équation $\Delta\varphi = 0$, ont permis à Töpler, à la fin d'un travail sur l'écoulement stationnaire de l'électricité à

([1]) A moins d'admettre que le cuivre qui se dépose sur l'électrode négative ne se trouve dans un état particulier, tel que le cuivre allotropique découvert par M. Schützenberger, en électrolysant une solution d'acétate de cuivre.

travers les surfaces courbes (¹), d'indiquer très nettement, quoique d'une manière incidente et sans expériences à l'appui, la réversibilité possible de ces deux systèmes et la transformation de l'un dans l'autre, si l'on venait à rendre lignes équipotentielles, par l'application d'électrodes laminaires, des parties de contour qui étaient précédemment lignes d'écoulement.

» Cependant, au point de vue expérimental autant que mathématique, il pouvait sembler qu'il y eût quelque chose d'irréalisable dans cette conception théorique, qui, sans tenir compte des conditions particulières très opposées qui différencient chacune des deux solutions tirées par Kirchhoff de l'équation potentielle, arriverait à renverser le rôle physique de deux réseaux dont l'un a toutes ses lignes rayonnant autour de points particuliers, l'autre, au contraire, concentriques autour de ces mêmes points.

» Un cas très particulier expérimenté par M. Tschirjew, de Saint-Pétersbourg (²), pouvait laisser place encore à bien des doutes, et rien surtout ne permettait de prévoir le surprenant degré d'exactitude avec lequel je devais trouver, dans l'appropriation de ma méthode électrochimique à l'idée de Töpler, une double consécration de l'une et de l'autre. Sans me restreindre aux surfaces limitées, j'ai repris un à un presque tous les cas de réseaux équipotentiels que j'avais antérieurement réalisés sur le plan indéfini. Au moyen de feuilles de platine bien recuit ou simplement d'étain phonographique, collées avec un vernis pour métaux, soit bord à bord, à extrémités libres, sur des cylindres isolants de formes appropriées, soit dos à dos, sur les deux faces de carton celluloïd ou de papier anglais très mince et très résistant, j'ai construit des électrodes satisfaisant d'une manière générale à cette condition que leur projection horizontale, en partant d'un pôle quelconque, passe par tous les autres avec interruption et changement de signe à chacun d'eux, en formant un circuit complet de lignes ou portions de lignes d'écoulement, sans traverser aucun point d'écoulement nul.

» Les anneaux de Nobili qui se produisent alors, dans le mélange d'acétates de cuivre et de plomb, sur une feuille très voisine de tôle ou de cuivre mince (*fer noir* et *paillon* du commerce), représentent avec une très grande approximation et une netteté toujours remarquable les réseaux orthogonaux de ceux qu'on obtient, dans les cas correspondants, avec des électrodes linéaires. A la vérité, toutes ces lignes isochimiques ou équipotentielles ne peuvent venir se croiser toutes aux points qui répondraient aux pôles; mais elles viennent toutes s'en rapprocher presque indéfini-

(¹) *Poggendorff's Annalen der Physik*, t. CLX, p. 387; 1877.

(²) *Wiedemann's Annalen der Physik*, t. III, p. 196; 1878.

ment, avec des convexités à courbure extrêmement brusque. Enfin, si, par un simple trou d'aiguille dans la feuille d'expérience, et par un petit bourrelet de verre ou de mastic à la tranche des électrodes, on réalise expérimentalement cette condition restrictive qui, dans l'intégration de $\Delta\varphi$, met à part, pour raison de discontinuité, une petite portion du plan limitée par une courbe infinitésimale autour de chaque électrode, on peut arriver à une rigueur presque absolue, ainsi que le montreront les pièces que j'aurai l'honneur de présenter à l'Académie aussitôt que j'en aurai complété la série. »

MAGNÉTISME. — *Sur les propriétés magnétiques du fer nickelé de Sainte-Catherine (Brésil).* Note de M. **Henri Becquerel**, présentée par M. Des Cloizeaux.

« M. Lawrence Smith [1] a découvert dans un fer natif, trouvé en 1875 dans la province de Santa-Catarina, au Brésil, une propriété physique assez singulière : à l'état naturel, ce minéral est très peu attirable à l'aimant, mais, si l'on vient à en chauffer un fragment à la température rouge, celui-ci, après son refroidissement, manifeste des propriétés magnétiques très énergiques.

» L'échantillon que j'ai eu occasion d'étudier m'a été très obligeamment remis par la Collection du Muséum d'Histoire naturelle. On a préparé un petit barreau pesant $2^{gr},731$, et ayant environ $18^{mm},5$ de long sur $5^{mm},2$ de large et $3^{mm},8$ d'épaisseur ; ce barreau a été comparé à un petit barreau de fer de Suède très doux, ayant même longueur, même poids, et à très peu près les mêmes dimensions. Les observations ont été faites au moyen de la balance électromagnétique que j'ai décrite dans un précédent Mémoire [2]. On a obtenu les résultats suivants :

INTENSITÉS — Sinus des déviations de la boussole.	FER de Suède. — Poids magnétiques.	FER DE SAINTE-CATHERINE à l'état naturel ou recuit à 230°. Poids magnétiques.	Rapport au fer.	recuit au rouge clair. Poids magnétiques.	Rapport au fer.	Rapport à l'état naturel.	trempé. Poids magnétiques.	Rapport au fer.
	mmg	mmg		mmg				
0,1500	60	3,2	0,053	64	1,066	20	60	1,000
0,3000	238	12,6	0,053	244	1,025	19,3	232	0,974
0,5600	759	40,5	0,054	762	1,004	18,8	749	0,986
0,7000	1110	58,8	0,053	»	»	»	»	»
0,8300	1489	77,7	0,052	1489	1,000	19,1	1454	0,976

(1) *Comptes rendus*, t. XCII, p. 848.

(2) *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XVI; 1879 (*Magnétisme du nickel et du cobalt*).

» On reconnaît d'abord qu'à l'état naturel le petit barreau de fer de Sainte-Catherine est beaucoup moins magnétique que le fer sensiblement pur. On l'a chauffé à 230° ; il a pris une couleur rose, mais les attractions magnétiques dans la balance ont été les mêmes qu'à l'état naturel. Recuit pendant une heure au rouge clair, dans de la chaux, pour éviter une trop grande oxydation, puis refroidi lentement, le barreau s'est montré environ 20 fois plus magnétique qu'à l'état naturel, et aussi magnétique que le fer. Son poids s'était augmenté de 35^{mgr}. Enfin, chauffé au rouge et trempé dans l'eau, son magnétisme spécifique a très peu varié, et s'est maintenu le même après plusieurs recuits et trempes successives.

» Afin d'étudier ce corps à des états plus ou moins éloignés de la saturation magnétique, on a encore soumis à l'expérience deux autres petits barreaux :

Barreau n° 2. — Poids, $1^{gr},245$; longueur, 30^{mm}; largeur, 4^{mm}; épaisseur, 3^{mm}.

Intensités.	État naturel.	Recuit au rouge.	Rapport.
	mgr		
0,1525	1,7 (?)	36	21 (?)
0,3000	5	130	26
0,5600	16	407	25,4
0,8100	30	749	24,9

Barreau n° 3. — Poids, $0^{gr},273$; longueur, 13^{mm}; largeur, $2^{mm},25$; épaisseur, $1^{mm},2$.

Intensités.	État naturel.	Recuit au rouge.	Rapport.
	mgr		
»	»	»	»
0,3020	1,8 (?)	41	23 (?)
0,5600	5	123	24,6
0,8141	9,5	229	24,1

» Le fer natif de Sainte-Catherine a été l'objet d'études très intéressantes, principalement de la part de M. Damour, qui l'a analysé, et de MM Daubrée et Stan. Meunier, qui lui attribuent une origine météorique [1]. Parmi les propriétés très curieuses de ce minéral, il convient de signaler ici son état cristallin, et la proportion très considérable de nickel qui accompagne le fer, environ 34 pour 100. Les effets magnétiques remarquables qui se manifestent par le recuit paraissent tenir principalement à la présence du nickel, et à une cristallisation effectuée à basse température.

» Je me suis proposé de rechercher si du fer pur ou du nickel pur, cristallisés à froid, ne manifesteraient pas les mêmes phénomènes.

» On a préparé à cet effet de petits cylindres de fer et de nickel, en déposant ces métaux sur un fil de platine, par l'électrolyse de dissolutions de fer ou de nickel. Le dépôt s'effectuait lentement et à la température ambiante; le métal était cristallisé. Les barreaux étaient étudiés dans la balance, puis recuits au rouge et étudiés de nouveau. Le fer, dans les con-

---

(1) Voir *Comptes rendus*, t. LXXXIV, p. 481 et 1507 ; t. LXXXV, p. 84 ; t. LXXXVI, p. 943... et 1433.

ditions où j'ai opéré, n'a présenté par le recuit aucun changement notable dans ses propriétés magnétiques, mais il n'en a pas été de même du nickel cristallisé à froid, qui a présenté par le recuit une augmentation de magnétisme considérable. Voici, du reste, quelques-uns des résultats obtenus pour ce métal.

Nickel déposé par la pile.

Premier barreau. — Poids, 2gr,442; longueur, 40mm.				*Second barreau.* — Poids, 4gr,484; longueur, 50mm.			
Intensités.	Non recuit.	Recuit.	Rapport.	Intensités.	Non recuit.	Recuit.	Rapport.
	mgr	mgr			mgr	mgr	
0,1500	34	216	6,37	0,1708	80,5	434	5,39
0,3000	147	589	4,00	0,2885	320,5	1010	3,15
0,4200	310	909	2,93	0,5480	1132,5	2313	2,04
0,5900	589	1363	2,33	0,7758	1982,5	3470	1,75
0,8500	1103	2043	1,85	//	//	//	//

» Les barreaux étudiés contiennent dans l'axe un fil de platine; ils forment donc une sorte de tube, et comme leur section est petite comparée à leur longueur, ils sont beaucoup plus près de leur point de saturation magnétique que les barreaux de fer natif étudié plus haut. En ayant égard à l'accroissement très rapide du rapport inscrit dans la dernière colonne des Tableaux qui précèdent, lorsqu'on s'éloigne de la saturation, on reconnaît que l'accroissement des propriétés magnétiques du nickel cristallisé à froid, lorsqu'on le recuit, est du même ordre que le phénomène observé dans le fer de Sainte-Catherine.

» On pourrait penser qu'en formant avec ce métal des barreaux tels que les barreaux n° 2 et n° 3, dont les sections sont de plus en plus petites par rapport à leur longueur, on se rapprocherait de la saturation magnétique, et l'on obtiendrait des nombres plus voisins de ceux qui ont été trouvés pour le nickel dans les conditions des expériences qui précèdent; on a vu au contraire que, pour ces deux barreaux, le rapport des effets magnétiques après et avant le recuit est plus grand que pour le premier barreau. Si l'on se reporte aux faits que j'ai eu occasion d'établir dans le Mémoire cité plus haut, on reconnaîtra que les caractères présentés par le fer de Sainte-Catherine indiquent que les conditions magnétiques auxquelles on l'a soumis sont très éloignées de celles de la saturation.

» La capacité magnétique du nickel est d'autant plus grande que les molécules de ce métal sont plus éloignées les unes des autres; elle tend alors à devenir égale et même un peu supérieure à celle du fer. Peut-être la dissémination du nickel dans la masse de fer natif qui nous occupe est-elle favorable à la manifestation des propriétés magnétiques énergiques de ce métal; l'observation montre en effet qu'après le recuit le nickel qui

accompagne le fer se comporte comme le fer lui-même. L'état cristallin du minéral non recuit paraît, comme pour le nickel pur, être la cause qui s'oppose aux manifestations magnétiques.

» On conclut nécessairement de cette étude que le fer natif de Sainte-Catherine a dû cristalliser à basse température. Cette conclusion ne permet pas de se prononcer entre l'hypothèse d'une origine météorique et celle d'une formation terrestre, car la masse pourrait avoir été primitivement portée à une très haute température, puis, par une modification moléculaire très lente, à basse température, avoir cristallisé, comme cela se présente pour certains fers. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les proportions d'acide carbonique dans les hautes régions de l'atmosphère.* Note de MM. A. **Müntz** et É. **Aubin**, présentée par M. Hervé Mangon.

« Dans de précédentes Notes, nous avons décrit la méthode de dosage de l'acide carbonique adoptée pour l'analyse de l'air, et montré, par des expériences synthétiques, que cette méthode était susceptible d'une grande précision. Nous avons aussi fait connaître les résultats obtenus à Paris et à la campagne, résultats confirmant ceux de M. Reiset et montrant que les variations de l'acide carbonique ne se produisent qu'entre des limites très rapprochées et sous des influences locales, de sorte qu'on peut dire, d'une façon générale, que l'acide carbonique est uniformément répandu dans les couches inférieures de l'atmosphère.

» Pour compléter cette étude, il y avait lieu d'appliquer notre méthode à l'analyse de l'air des régions élevées. Cette recherche avait d'autant plus d'intérêt, que des travaux récents signalaient une diminution notable de l'acide carbonique dans l'air pris sur les montagnes. Ces travaux faisaient naître un doute sur la diffusion rapide des gaz et sur le brassage énergique de l'air, en même temps qu'ils pouvaient conduire à des conséquences importantes sur les courants atmosphériques, qu'on eût pu ainsi classer d'après leur teneur en acide carbonique.

» Avant d'aborder la question sur le terrain, nous avons dû étudier le fonctionnement d'appareils pouvant supporter le transport, susceptibles d'être employés dans les conditions spéciales dans lesquelles nous avions à opérer et donnant, en même temps, le degré de précision que nous nous sommes efforcés d'atteindre dans l'ensemble de ces recherches. Le principe de la méthode n'a pas été modifié; on a continué à se servir de tubes à ponce

potassée, scellés aux deux bouts, permettant d'effectuer le dosage au laboratoire, après un temps indéfini. Pour aspirer l'air à travers ces tubes et le mesurer en même temps, nous nous sommes arrêtés à un système composé de deux gazomètres conjugués, à renversement, d'une construction et d'un maniement extrêmement simples. On a constaté, comparativement, que les résultats obtenus à l'aide de cet appareil étaient identiques avec ceux que donnait le grand aspirateur de 300^{lit}, que nous avions employé jusque-là et qui permet de mesurer l'air de la façon la plus rigoureuse. L'air a été puisé, par de longs tubes métalliques, à une distance de 8 à 10^{m} de l'opérateur, qui avait soin de se placer sous le vent de la prise. Sans entrer ici dans le détail opératoire, nous pouvons dire que ces appareils ont fonctionné d'une manière satisfaisante et qu'aucun accident n'a compromis nos résultats.

» Le point que nous avons choisi comme station des recherches est le sommet du pic du Midi, situé dans les Pyrénées, à une altitude de 2877^{m} au-dessus du niveau de la mer. Les mêmes raisons qui ont déterminé le choix de ce pic pour l'établissement d'un observatoire météorologique ont motivé notre préférence. Le massif isolé qui le constitue est éloigné de sommets élevés; l'air qui y circule est généralement celui des courants supérieurs, ainsi que l'indique le déplacement horizontal des brouillards des vallées. La vitesse très grande du vent éloigne tout soupçon d'une influence locale. De plus, les bâtiments presque achevés de l'observatoire, qu'on installe au sommet, nous offraient un abri et des ressources, mis obligeamment à notre disposition par MM. le général de Nansouty et Vaussenat, que nous désirons remercier publiquement de leur accueil et de leur concours.

» Les prises ont été faites généralement à raison de trois par jour, une le matin, la seconde au milieu de la journée et la troisième le soir. Les tubes ont été scellés immédiatement après chaque prise.

» Les résultats obtenus sont consignés dans le Tableau suivant :

Dates.	Heures.	Hauteur barométrique.	Température.	Direction du vent.	Volume d'air employé, à 0° et 760^{mm}.	Acide carbonique pour 10000 parties d'air (en volume).
		mm	o		lit	
9 août..	$12^{h}36^{m}$ à 4^{h} s.	534	14	S.-O. assez fort	200,2	3,01
» ..	4^{h} à $7^{h}35^{m}$ s.	534	10	»	197,6	2,95
10 août..	$8^{h}33^{m}$ m. à $2^{h}7^{m}$ s.	540	14	N.-O. faible	237,3	2,91
» ..	$2^{h}7^{m}$ à $6^{h}38^{m}$ s.	541	13	»	206,7	2,75
11 août..	$9^{h}34^{m}$ m. $11^{h}18^{m}$ m.	541	14	S.-E. variable	237,2	2,95

Dates.	Heures.	Hauteur barométrique.	Température.	Direction du vent.	Volume d'air employé, à 0° et 760mm.	Acide carbonique pour 10 000 parties d'air (en volume).
		mm	°		lit	
11 août..	$11^h 19^m$ m. à $3^h 1^m$ s.	541	15	»	235,4	2,80
» ..	$3^h 2^m$ à $5^h 45^m$ s.	541	14	»	236,8	2,76
12 août..	$7^h 19^m$ à $10^h 50^m$ m.	539	14	S.-E. très faible	236,2	2,87
» ..	$10^h 51^m$ m. à $2^h 24^m$ s.	539	15,5	»	233,5	2,85
» ..	$2^h 25^m$ à $6^h 7^m$ s.	539	14	»	235,3	2,79
13 août..	$11^h 10^m$ m. à $2^h 40^m$ s.	534,5	13,5	S.-O. assez fort	234,3	2,87
» ..	$2^h 43^m$ à $6^h 28^m$ s.	534	10,5	»	221,5	2,69
14 août..	$9^h 31^m$ m. à $1^h 17^m$ s.	533	12	S.-O.	243,1	2,93
» ..	$1^h 17^m$ à $4^h 55^m$ s.	533	12,5	»	234,6	2,89

» La moyenne de ces résultats conduit au chiffre 2,86, extrêmement voisin de celui que nous avons obtenu dans la plaine de Vincennes.

» Comme points de comparaison, on a fait des prises dans deux vallées basses des Pyrénées, près de Pierrefitte (altitude, 507^m) et près de Luz (altitude 730^m). On a obtenu :

	Acide carbonique pour 10 000 parties.
Pierrefitte, 5 août, de 2^h à 5^h du soir..........	2,79
» 6 août, de 8^h à 11^h du matin........	3,00 (brouillard)
Luz, 7 août, de 8^h à 11^h du matin............	2,69

ce dernier dosage fait au milieu d'une végétation puissante.

» Tous les chiffres que nous avons obtenus sont donc voisins de ceux qui ont été trouvés dans les parties inférieures de l'atmosphère, tant par nous-mêmes que par M. Reiset et M. Schultze, dans des stations très variées.

» Dans nos expériences du pic du Midi, la direction du vent et l'état de l'atmosphère avaient éprouvé des variations : nous avons donc opéré dans des conditions diverses, et cependant le taux de l'acide carbonique est constant.

» Nous nous croyons donc autorisés à dire que l'acide carbonique est uniformément répandu dans l'atmosphère, et nous confirmons ainsi les idées émises sur ce sujet par M. Reiset, et les théories de M. Schlœsing sur la circulation de l'acide carbonique à la surface du globe. »

M. **Hervé Mangon**, en présentant à l'Académie cette Communication, ajoute les remarques suivantes :

« Les dosages effectués par MM. Müntz et Aubin ont été exécutés, dans le courant du mois d'août dernier, par les méthodes rigoureuses que l'Académie connaît déjà, à une altitude de 2877^{m}, au sommet du pic du Midi, à l'observatoire de M. le général de Nansouty. La moyenne de quatorze dosages a donné $2^{vol},86$ par 10000^{vol} d'air. La plus forte proportion trouvée a été de 3,0 et la plus faible de 2,7. Je rappellerai, à cette occasion, que deux dosages exécutés à ma demande, en 1875, par M. Tissandier, dans une ascension en ballon, ont donné des chiffres très voisins du précédent.

» Les résultats obtenus par MM. Müntz et Aubin, dans des conditions très variées, ne diffèrent pas sensiblement de ceux de l'habile chimiste d'Ecorchebœuf, M. Reiset. Il est donc hors de doute, aujourd'hui, que la proportion de l'acide carbonique de l'air ne subit que de très faibles variations. Les personnes qui ont affirmé des résultats différents ont certainement commis des erreurs d'observation, faciles à expliquer d'ailleurs par l'imperfection de leurs procédés d'analyse. »

ZOOLOGIE. — *Sur le développement post-embryonnaire des Diptères.* Note de M. **H. Viallanes**, présentée par M. Alph. Milne Edwards.

« Parmi tous les insectes, c'est chez les Muscides qu'on observe les plus grandes différences entre la larve et l'animal parfait, aussi est-ce chez eux que les métamorphoses qui s'accomplissent durant la période nymphale sont les plus profondes, ce qui explique que les recherches précises sur les métamorphoses des insectes aient porté principalement sur ce groupe ou sur des animaux voisins. Ayant repris les travaux de mes devanciers [1], j'ai pu découvrir un certain nombre de faits nouveaux dont j'ai l'honneur de faire connaître aujourd'hui à l'Académie le compte rendu sommaire.

» Quand la larve devient immobile et se transforme en pupe, non seulement la peau des anneaux qui répondent à la tête et au thorax de l'adulte disparaît, comme le pensaient mes prédécesseurs, mais la peau du corps entier est détruite par suite d'une dégénérescence des cellules hypodermiques, si bien qu'à un moment donné l'animal n'est plus limité que par une mince cuticule, au-dessous de laquelle se trouve une couche épaisse

(1) Mes recherches ont été faites au laboratoire de M. Milne Edwards; elles ont porté sur la *Musca vomitoria*.

de cellules embryonnaires, issues, ainsi que je l'ai décrit dans une précédente Communication, des noyaux musculaires qui ont proliféré et devant l'envahissement desquelles la matière contractile des fibres musculaires a disparu.

» Les cellules embryonnaires qui remplissent presque complètement le corps d'une pupe ne dérivent pas seulement des noyaux musculaires, elles sont aussi formées par la prolifération des cellules du corps adipeux. Ce rôle des cellules du corps adipeux n'était pas connu. Quand une larve est sur le point de se mettre en pupe, de nombreuses cellules filles apparaissent au sein de leur protoplasma; plus tard l'enveloppe et le noyau des cellules du corps adipeux disparaissent, les cellules filles sont mises en liberté, se multiplient à leur tour et revêtent tous les caractères de cellules embryonnaires.

» Le retour des tissus à l'état embryonnaire détermine ce fait entièrement remarquable, qu'à un moment donné une pupe a réellement les caractères d'un embryon. Aussi, quand on examine une coupe pratiquée à travers l'abdomen d'une pupe de deux à quatre jours, on remarque que le corps n'est composé que de deux couches de cellules centrales, l'une formant un cordon plein, constitué par les cellules épithéliales du tube digestif revenues à l'état embryonnaire; l'autre périphérique, constituée par les cellules embryonnaires issues des noyaux musculaires et des cellules du corps adipeux.

» Quand les tissus de la larve sont détruits, les tissus de l'adulte se forment. On sait, depuis les travaux de M. Weissman, que les téguments de la tête et du thorax se développent aux dépens d'un certain nombre de bourgeons préexistants dans la larve et désignés sous le nom d'*histoblastes* (*imaginalscheiben*). Faute d'avoir eu recours à la méthode des coupes, mes devanciers se sont mépris sur la structure de ces petits corps : ce ne sont pas, comme ils le pensaient, de petits sachets remplis de cellules. L'histoblaste encore peu développé se montre sur une coupe comme constitué par une sphère creuse dont une des moitiés aurait été enfoncée dans l'autre : on peut donc lui considérer deux feuillets, un interne et un externe. Le feuillet interne est épais et constitué par des cellules piriformes placées côte à côte; le feuillet externe est mince et constitué par une seule assise de cellules aplaties. Quand l'histoblaste se développe, le feuillet externe disparaît, le feuillet interne s'accroît pour former les téguments de l'adulte. Les histoblastes des yeux présentent la même structure que les autres; on y remarque seulement les particularités suivantes. Le feuillet interne est constitué par de grandes cellules très régulièrement disposées côte à côte,

ayant la forme d'un cylindre terminé à son extrémité externe par une base aplatie, effilée en pointe à l'autre extrémité. Chacune d'elles se continue par son extrémité effilée avec une des fibrilles du nerf optique. Entre les grandes cellules, on en observe de petites. Ainsi que l'a montré M. Weissman, chacune des grandes cellules deviendra un des yeux simples dont l'ensemble constitue la rétine. Les petites cellules deviennent les cellules choroïdiennes.

» Mes devanciers, qui n'avaient point observé la destruction des téguments des derniers anneaux de la larve, pensaient que les téguments de l'abdomen de l'adulte se formaient par suite d'une simple transformation des cellules hypodermiques de celle-ci. Ayant montré plus haut que la peau tout entière de la larve disparaît, je devais rechercher comment se développent les téguments de l'abdomen de l'adulte. Je me suis assuré qu'ils se forment aux dépens des cellules embryonnaires qui remplissent le corps de la pupe et dont j'ai indiqué plus haut l'origine. Ces cellules embryonnaires se transforment en cellules hypodermiques. Ce changement n'a pas lieu sur tous les points de l'abdomen en même temps; mais, pour chaque anneau, l'hypoderme de l'adulte apparaît d'abord sur quatre points, deux inférieurs et deux supérieurs.

Tandis que les organes de la larve disparaissent et que les organes de l'adulte se forment, les centres nerveux subissent des modifications internes très importantes. Leur étude, qui n'a pas même été effleurée, est hérissée de difficultés techniques. Je suis arrivé à les surmonter presque toutes. J'ai suivi pas à pas les modifications internes que subissent les centres nerveux durant la vie nymphale; j'aurai très prochainement l'honneur de faire connaître à l'Académie les principaux résultats de mes recherches à ce sujet. »

VITICULTURE. — *Le* Pourridié *des vignes de la Haute-Marne, produit par le* Rœsleria hypogæa. Note de M. **Ed. Prillieux**, présentée par M. Duchartre. (Extrait.)

« .... En mainte localité, on voit des pieds de vigne, frappés d'un irrémédiable épuisement, languir quelques années et succomber enfin au mal qui gagne de proche en proche les pieds voisins. Les places attaquées grandissent comme les taches phylloxériques. Si l'on arrache les pieds dépérissants, on trouve leurs racines pourries. On a proposé de désigner du nom de *Pourridié* cette maladie, qui a pris une extension considérable dans la Haute-

Marne, et particulièrement dans l'arrondissement de Langres. D'après les évaluations que j'ai recueillies dans ce département, plus de 125 communes seraient atteintes; la surface occupée par les vignes malades dépasserait 1500 hectares.

» Chargé par M. le Ministre de l'Agriculture d'aller constater les dégâts signalés dans les vignobles de la Haute-Marne et d'en rechercher la cause, j'ai pu, en faisant arracher dans diverses communes des ceps gravement attaqués, reconnaître d'une façon générale, sur les racines mourantes ou mortes, un petit Champignon parasite que je n'hésite pas à regarder comme la cause immédiate du mal. Il est de tout autre nature que celui que l'on considère comme produisant la maladie nommée *Pourridié* dans le midi de la France. Sur les racines des vignes atteintes de ce *Pourridié* qu'ont étudiées MM. Planchon et Millardet, on voit des cordons ayant l'apparence de racines étrangères qui rampent à leur surface et pénètrent dans leur intérieur. Ces cordons sont formés par le mycélium (Rhizomorphe) d'un Champignon de grande taille, l'*Agaricus melleus*, qui vit aussi en parasite sur les racines de divers arbres, et en particulier sur celles des pins. Le *Pourridié* de la Haute-Marne est dû à un parasite très différent, qui vit à l'intérieur des racines de vigne dont il pénètre et altère profondément tous les éléments organiques, mais qui produit en outre en abondance à leur surface, au mois d'octobre, des fructifications qui permettent d'en déterminer l'espèce avec certitude. C'est le *Rœsleria hypogæa*, petit Champignon blanc, à tête blanche ou d'un gris de cendre, haut de 8^{mm} à 10^{mm} environ, qui a été découvert en Allemagne dans des conditions identiques à celles où je viens de le retrouver en France. En 1868, on voyait, à Mülheim en Brisgau, se former dans les vignes des places assez grandes, presque circulaires, où les ceps paraissaient fort malades. On croyait que le mal était dû au Phylloxera. M. Rœsler, directeur de la station de Klosterneuburg, en faisant fouiller le sol pour s'en assurer, trouva en quantité, sur les racines des vignes, non pas l'insecte redouté, mais le petit Champignon, qui reçut plus tard de MM. de Thümen et Passerini le nom de *Rœsleria hypogæa*. Il a été observé depuis encore, dans la basse Autriche par M. de Thümen, et en Suisse, dans l'Argovie, par M. Mühlberg. En France, il n'a été signalé jusqu'ici qu'une seule fois, à ma connaissance, près de Chalon-sur-Saône, où il a été découvert par M. Ozanon sur les racines de vignes mourantes; mais je ne doute pas qu'il ne soit développé encore dans bien des points où l'on ne soupçonne pas sa présence, même hors de la Bourgogne. Je viens, en effet, de le reconnaître sur des racines de vignes malades qui

m'ont été récemment envoyées de Pithiviers, par un propriétaire qui cherchait à se renseigner sur la nature du mal qui envahit son vignoble.

» Dans la Haute-Marne, on observe le *Pourridié* dans tous les terrains; mais on peut dire, d'une façon générale, que c'est dans les sols marneux et argileux que la maladie se développe le plus rapidement. Il est avéré aussi que c'est par les années pluvieuses qu'elle fait le plus de progrès. Sur les terrains en pente, c'est surtout dans les parties basses qu'on la voit se propager avec le plus d'intensité. En un mot, on peut reconnaître que toujours l'humidité des couches profondes du sol est la condition qui favorise au plus haut degré la végétation et la propagation du parasite des racines qui produit le *Pourridié*. Pour combattre le mal et en arrêter les progrès, l'assainissement des vignobles attaqués dont le sous-sol est imperméable sera donc le premier et probablement le plus efficace des moyens auxquels on devra recourir.

» On a l'habitude, dans la Haute-Marne, de rapprocher d'une façon excessive les pieds de vigne. Cette pratique doit favoriser singulièrement la propagation du parasite, des racines d'un cep attaqué à celles des ceps voisins. Il sera bon, dans les plantations nouvelles, de maintenir entre les pieds un écartement plus considérable.

» L'arrachage des vignes malades devra aussi être largement pratiqué, mais ce serait se faire illusion que de croire que l'on pourra faire disparaître rapidement du sol le parasite par cette opération. Le *Rœsleria* continue longtemps à végéter sur les racines mortes et détachées des ceps; il peut, d'après M. de Thümen, y fructifier encore abondamment au bout de deux ou trois ans. Or, si complète que soit l'extraction des racines, on ne peut espérer qu'il n'en reste pas dans le sol quelques fragments, et ils suffiraient pour infecter les pieds sains que l'on se hâterait de replanter. »

GÉOLOGIE. — *Les bauxites, leurs âges, leur origine. Diffusion complète du titane et du vanadium dans les roches de la formation primordiale.* Note de M. **Dieulafait**, présentée par M. Hébert.

« Les bauxites (mélange d'hydrate d'alumine et de sesquioxyde de fer), signalées par Berthier, en 1821, sont devenues célèbres depuis que M. H. Sainte-Claire Deville a montré qu'elles renfermaient des quantités notables de titane et de vanadium. M. Coquand les a étudiées au point de vue géologique (*Bulletin de la Société géologique de France*, t. XXVIII, 1871), et est arrivé à cette conclusion, que les bauxites étaient des produits éruptifs, de

nature geysérienne, et qu'elles étaient partout du même âge, celui de la craie supérieure. Pendant plus de quinze ans, j'ai réuni des documents pour la solution de cette question. Voici les conclusions auxquelles je suis arrivé.

» I. *Ages.* — 1° La bauxite du Revest, près Toulon (l'un des types éruptifs de M. Coquand), est parfaitement stratifiée et s'étend de l'Est à l'Ouest, sans la moindre interruption, sur plus de 15^{km}. A l'est du Revest, elle repose sur le *calcaire à Chama* et est recouverte par le cénomanien; l'aptien et le gault font absolument défaut en ce point. Quand on s'avance vers l'Ouest, on voit les étages, absents au Revest, arriver successivement sous le cénomanien, sans que la bauxite disparaisse, et sans qu'elle cesse de rester appliquée sur le calcaire à Chama; elle diminue seulement d'épaisseur. Au milieu des vaux d'Ollioules, la série des étages est devenue normale, mais on voit encore la bauxite pisolithique, réduite à de faibles restes, remplir les cavités du dernier banc du calcaire à Chama, et empâter de grands exemplaires d'*Ammonites fissicostatus* et d'*Ostrea aquila*. Il est dès lors impossible d'admettre que les matériaux constituant aujourd'hui la bauxite du Revest aient été apportés, là où ils existent aujourd'hui, à la fin de la période crétacée ou à une époque quelconque autre que celle qui correspond à la fin du dépôt du calcaire à Chama.

» 2° A Allauch, près de Marseille, à Auriol, dans les montagnes de la Sainte-Baume, dans la plaine entre Tourves et Mazaugue, etc., il existe des dépôts puissants de bauxite, stratifiés d'une manière absolument nette, alternant avec les calcaires à *Hippurites organisans* du turonien supérieur. Malgré des dislocations et des dérangements énormes, la bauxite de cette division conserve toujours exactement la même position géologique; il me semble dès lors impossible d'admettre que cette bauxite ne soit pas contemporaine des assises entre lesquelles elle est comprise, c'est-à-dire de l'âge du turonien supérieur.

» 3° A la base du système de Fuveau existent encore de petits dépôts de bauxites toujours bien stratifiés.

» 4° Entre le système de Fuveau et le *calcaire à Lychnus* se montrent de puissants dépôts de bauxite. C'est à ce niveau et à cet âge que M. Coquand rapporte toutes les bauxites; c'est à cette époque (craie supérieure) que les geysers auraient fait éruption, et si toutes les bauxites ne sont pas aujourd'hui à ce niveau, c'est parce qu'une partie des geysers serait sortie à travers des terrains plus anciens déjà émergés.

» 5° Bien plus haut, viennent les marnes rouges de Vitrolles. Ces marnes

correspondent encore à un horizon de bauxite, bien que la physionomie générale soit notablement différente de celle des divisions précédentes.

» Ces cinq niveaux, dont je viens de fixer la place et l'âge, sont ceux qui correspondent aux grandes accumulations de bauxites; mais ces dépôts ferro-alumineux existent dans toute l'épaisseur de la formation crétacée; pour n'en citer qu'un exemple, le système dont fait partie le grès d'Uchaux en est imprégné de la base au sommet.

» II. *Origine.* — Quand les roches de la formation primordiale, et particulièrement les granits, sont soumises à l'action de l'eau et des agents mécaniques, elles se désagrègent et se décomposent; le quartz et le feldspath non décomposés, réduits en sable, tombent au fond de l'eau, et la partie alumineuse et ferrugineuse provenant de la décomposition d'une partie du feldspath reste en suspension; elle ira se déposer à une distance plus ou moins grande du lieu de décomposition, suivant que les vagues seront plus ou moins agitées. On a alors un hydrate d'alumine plus ou moins mélangé de sesquioxyde de fer, c'est-à-dire de la bauxite. L'étude de la formation crétacée du sud-est de la France m'a fourni la preuve que telle est l'origine des bauxites de cette région.

» Entre Marseille et Toulon, par exemple, l'épaisseur de la formation crétacée dépasse 1000^{m}. Des déterminations chimiques, au nombre de plus de trois cents, m'ont montré que, en moyenne, cet énorme ensemble est composé de 32 pour 100 de calcaire et de 68 pour 100 de silice et d'alumine. En outre, l'observation directe montre que des dépôts de plusieurs centaines de mètres d'épaisseur, parfaitement stratifiés, sont presque exclusivement composés de grains de quartz roulé, et d'une proportion plus ou moins considérable de feldspath décomposé, mais encore bien reconnaissable, même à l'œil nu. Quand on a étudié ces dépôts, il est impossible de se refuser à reconnaître qu'on a devant les yeux la partie la plus résistante laissée par la destruction de roches primordiales de nature granitique. J'examinerai ailleurs d'où vient cette énorme quantité de matériaux granitiques, mais le fait de leur existence dans la constitution de la formation crétacée est incontestable, et ceci nous suffit pour le moment. On s'explique dès lors tout naturellement comment l'argile ferro-alumineuse, qui imprègne dans toute son épaisseur la formation crétacée du Sud-Est, et qui s'est déposée à divers niveaux en puissantes assises, n'est pas autre chose que la partie la plus ténue, c'est-à-dire la partie ferro-alumineuse des roches granitiques décomposées.

» J'ajouterai maintenant que ce qui vient d'être établi pour les bauxites

du sud-est de la France est vrai pour toutes les autres, notamment pour celles de l'Hérault, de la Lozère et des Pyrénées.

» *Vanadium et titane.* — Si les bauxites ont l'origine que je leur attribue, les roches primordiales doivent renfermer du titane et du vanadium. J'ai étudié cette question, et je ferai connaître prochainement les résultats que j'ai obtenus, mais l'un d'eux est la démonstration de l'existence à l'état de diffusion complète du titane et du vanadium dans toutes les roches de la formation primordiale.

» Les résultats géologico-chimiques que je viens de résumer expliquent pourquoi MM. Deville, Beauvallet, Terreil, etc., ont trouvé du vanadium dans les bauxites et certaines argiles; mais ils montrent, en même temps, que ce sont là des cas particuliers d'un double fait général, l'origine aqueuse et sédimentaire des argiles aux dépens des roches primordiales, et la présence constante du vanadium et du titane dans les roches de cette grande formation. »

M. **Personne** adresse, de Dijon, une Note relative à une horloge électrique.

M. E. **Chase** adresse une Note tendant à établir que les opinions de M. Balfour Stewart confirment les indications qu'il a données lui-même sur la position de la planète Vulcain.

M. **Sawicki** adresse une Note relative aux mouvements du système solaire.

M. **Trémaux** adresse, par l'entremise du Ministère de l'Instruction publique, une Note sur la transmission des forces.

La séance est levée à 4 heures et demie. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 7 novembre 1881.

Mémoires de la Société d'émulation du Doubs; 5e série, t. V, 1880. Besançon, imp. Dodivers, 1880; in 8°.

Recueil des travaux du Comité consultatif d'hygiène publique de France, etc., publié par ordre de M. le Ministre de l'Agriculture et du Commerce, t. X. Paris, J.-B. Baillière, 1881; in-8°.

La vision et ses anomalies; par F. GIRAUD-TEULON. Paris, J.-B. Baillière, 1881; in-8°. (Renvoyé au concours Montyon, Médecine et Chirurgie, 1882.)

Rapport sur les travaux du Conseil d'hygiène et de salubrité publique du département d'Alger depuis 1852 *jusqu'en* 1881; *par* le Dr E. L. BERTHERAND. Alger, impr. Fontana et Cie, 1881; in-8°. (Renvoyé au concours Montyon, Statistique, 1882.)

Etudes sur les équilibres chimiques; par G. LEMOINE. Paris, Dunod, 1881; in-8°.

Les alcaloïdes dérivés des matières protéiques sous l'influence de la vie des ferments et des tissus; par M. A. GAUTIER. Paris, Germer-Baillière, 1881; br. in-8°. (Extrait du *Journal d'Anatomie et de Physiologie.*)

Recherches relatives à l'influence de la chaleur solaire sur la figure générale de la Terre; par F. DIAZ-COVARRUBIAS. Paris, impr. Ch. Blot, 1881; br, in-8°.

Notice analytique des inventions de M. Delaurier à l'Exposition internationale d'électricité. Paris, F. Savy, 1881; opuscule in-8°.

Recherches sur l'organisation des branchiobdelles; par M. V. LEMOINE. Reims, J. Justinart, 1880; br. in-8°.

De l'équilibre thermique dans les actions chimiques; par le Dr D. TOMMASI. Saint-Denis, impr. Ch. Lambert, 1881; br. in-8°.

Bel-Abbès et son arrondissement; par L. BASTIDE. Oran, typogr. A. Perrier, 1881; in-8°.

Bulletin météorologique du département de l'Hérault, publié sous les auspices du Conseil général, année 1881. Montpellier, typogr. Boehm, 1881; in-4°.

Etudes sur l'amplitude diurne de la température et sur l'influence qu'exerce sur elle la position topographique; par A. J. WOEIKOF. Moscou, Impr. de l'Université Impériale, 1881; br. in-8°.
